

U. PORTO

FC

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



Universidade do Minho

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Francisca Pinto de Azevedo

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Universidade do
Minho

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

2016



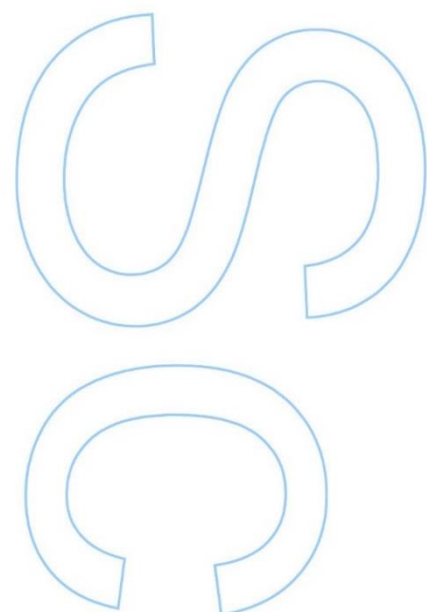
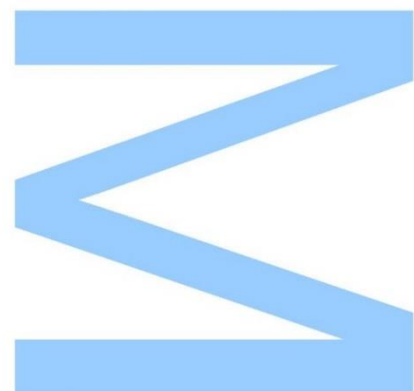


Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Francisca Pinto de Azevedo
Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar
Colep Portugal, S.A.
2016

Orientadores

Nuno Filipe da Cruz Baptista Mateus, Professor Associado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Fernanda Tavares, *Operations Manager*, Colep Portugal, S.A.





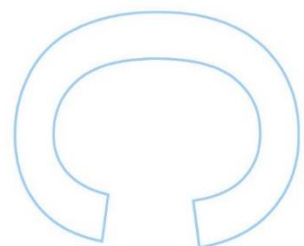
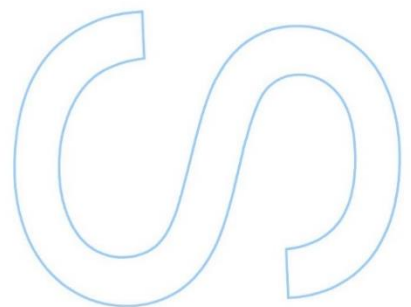
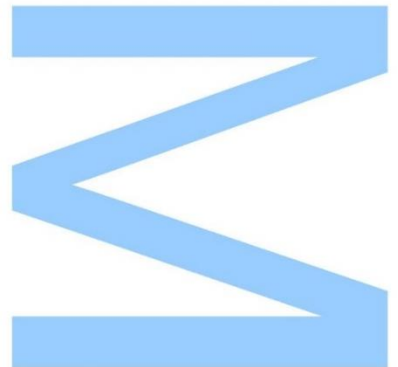
Universidade do Minho



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Este foi um ano que fará para sempre parte da minha memória. Foi o mais desafiante, sem dúvida, mas de longe o mais enriquecedor. Foi um ano repleto de aprendizagem e onde me adaptei ao ambiente industrial que é bastante exigente quando comparado com o ambiente a que estava habituada. Sinto que cresci e amadureci imenso. O meu sentido de responsabilidade e a destreza com que realizo as minhas tarefas diárias aumentaram drasticamente. Ao longo deste ano foram muitas as horas que perdi a pensar como iria conseguir atingir aquilo a que me propus mas felizmente sinto que atingi os meus objetivos, o que me deixa bastante satisfeita.

Devo a todos os que me são mais próximos todas as batalhas que conquistei até hoje e tenho para com eles uma dívida para a vida.

À Dr.^a Fernanda devo-lhe o facto de me ter dado a liberdade e o incentivo que eu necessitava para poder realizar os desafios a que me propus da melhor forma possível. Foram essenciais para atingir os meus objetivos. Muito obrigada.

Ao professor Nuno, por todos os conselhos e disponibilidade que me deu.

À Sofia. Por tudo. Por me ter ensinado grande parte daquilo que eu sei hoje sobre estes temas, por ter acreditado que eu seria capaz de fazer tudo a que me comprometi e mais, por toda a ajuda e conselhos que me deu ao longo deste processo, por toda a disponibilidade, e por toda a paciência e calma que me transmitiu quando a minha calma e a minha paciência já não estavam presentes. A ela devo-lhe muito. Sou eternamente grata.

À Colep Portugal pela oportunidade que me deu de desenvolver o meu estágio nas suas instalações.

À Ana e à restante equipa do laboratório de Química Orgânica da FCUP por toda a simpatia e ajuda que me deram.

À Eng^a Goreti, ao Filipe e ao Miguel por terem permitido que eu realizasse o meu estágio da forma que eu achei mais correta e por me terem disponibilizado todo o material que eu necessitei para desenvolver o meu trabalho.

Ao Carlos, à Elisabete, à Andreia e ao David pelo apoio e disponibilidade que demonstraram para comigo. Muito obrigada.

À Lara, à Patrícia, ao Marco, ao Fernando e ao Miguel pelas pausas preciosas que partilharam comigo e que me ajudaram a descontraír e a “desligar” do que ainda tinha para fazer.

À Sandra, ao Paulo, ao Rui e à Ana por todos os ensinamentos que me transmitiram e por toda a ajuda quem me deram.

Ao Rui que, mais que um supervisor, foi quem me orientou e mais ajuda me deu no terreno estando sempre disponível para fazer aquilo que eu lhe sugeria. Foi sem dúvida uma peça fundamental para eu obter os resultados que pretendia. O meu mais sincero obrigado.

Aos meus pais, Lurdes e António, por todos os valores que me transmitiram, por todo o incentivo que me deram ao longo da vida, por me demonstrarem que em tudo na vida é necessário esforço, trabalho e dedicação e por ser a pessoa que sou hoje. O meu orgulho e dívida para com eles é do tamanho do mundo.

Aos meus padrinhos, Manuel e Manuela, por serem o meu modelo a seguir, por serem tudo aquilo que eu um dia quero ser, por me mostrarem tudo aquilo que conheço. São o meu poço de cultura, a minha inspiração.

Ao meu irmão Diogo. Apesar de termos as nossas desavenças, não o trocaria por nada neste mundo. É o melhor irmão que alguma vez poderia pedir.

À Maria Inês por me ter acompanhado ao longo deste Mestrado e por todos os conselhos, ideias e gargalhadas que trocamos. Levo-a comigo para a vida.

Ao Tiago, à Vanessa, ao Fábio, ao Marco, ao André e ao Fábio por serem o grupo mais maluco de amigos que eu alguma vez poderia pedir. Adoro-os a todos do fundo do coração.

Ao Rúben. Por ser o meu melhor amigo, o meu companheiro, o meu tudo. Por muitas vezes ter amparado as minhas lágrimas, as minhas frustrações, os meus medos e por sempre me ter dado a motivação e a força que eu precisava para continuar. É a ele que vou buscar muita da minha força. As palavras nunca serão suficientes para traduzir o quanto lhe estou grata.

Resumo

Cada vez mais, vivemos numa sociedade consciente da necessidade de reduzir a utilização de recursos naturais tais como a água e a energia de forma a minimizar o impacto ambiental causado pelo seu desperdício ao longo das últimas décadas.

Tal como a sociedade, as indústrias têm-se consciencializado do problema e têm tentado arranjar alternativas para o minimizar podendo, daí, advir poupanças económicas e de recursos. Contudo, para tal, é necessário que se conheça os processos e equipamentos utilizados em cada uma das indústrias em particular, para que seja possível otimizá-los.

Assim sendo, a primeira parte deste relatório incide na melhoria do sistema CIP implementado na unidade de enchimento da linha de gel de barbear em estudo aliado a uma maior sustentabilidade do sistema e, através da introdução de um detergente em linha foi possível reduzir a utilização de recursos e aumentar a produção bem como diminuir os custos diretos em cerca de 15%. Para além disso, foram estudadas outras ações sendo que aquelas que irão ser implementadas em linha serão os caudalímetros e um sensor de pH. Foram ainda apresentadas algumas sugestões de melhoria.

A segunda parte do relatório aborda o estudo microbiológico de embalagens para uso alimentar e, como tal, foram realizadas diversas análises tais como análises a embalagens com diferentes tempos de *stock*, a embalagens durante a sua montagem, análise a operadores, a componentes, ao ar circundante à linha de montagem e foram ainda analisados métodos de embalamento de componentes. Este último estudo foi aquele que gerou resultados mais significativos, sob o ponto de vista microbiológico. Tal como na primeira parte do relatório, nesta seção também foram sugeridas algumas oportunidades de melhoria.

Foram ainda apresentados alguns projetos desenvolvidos pelo formando no decorrer do estágio.

Abstract

Increasingly, we live in a society aware of the need to reduce the use of natural resources such as water and energy in order to minimize their environmental impact caused by its waste over the last decades.

Such as society, industries have been more aware of the problem and have tried to find alternatives to minimize it, while achieving economic and resources savings. Nevertheless, it is necessary to know the processes and equipment used in each particular industry, so that you can optimize them.

As such, the first part of this report deals with the optimization of the CIP system implemented in the filling unit of the shaving gel line under study combined to a greater sustainability of the system and by introducing a detergent in line was possible to reduce the use of resources and increase production and reduce the direct costs in about 15%. In addition, other actions were studied and those that will be implemented in line are going to be the flowmeters and a pH meter. It was also presented some suggestions for improvement.

The second part of the report addresses the microbiological study of packaging for food and, as such, it was executed several analyzes: analysis of packages with different stock times, at packages during assembly, analysis of operators, components and at the air surrounding the assembling line and component packaging methods were further analyzed. The latest study was the one that generated more significant results, from a microbiological point of view. As in the first part of the report, in this section also suggested some opportunities for improvement.

They were presented some projects developed by the trainee during the internship.

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xiii
Glossário	xv
Definições	xvi
Objetivos do trabalho	1
Introdução	2
Organização do relatório de estágio	2
História da empresa	3
 Parte I – Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento	5
Contextualização teórica	6
1 . Processo de limpeza CIP.....	6
1.1.Pré enxaguamento	7
1.2. Recirculação de detergente	7
1.3. Enxaguamento intermédio	7
1.4. Segunda recirculação de detergente.....	7
1.5. Segundo enxaguamento intermédio.....	7
1.6. Desinfecção	8
1.7. Enxaguamento final.....	8
2 . Detergentes	8
2.1. Principais fatores na atuação dos detergentes	9
2.2. Detergentes alcalinos	10
2.3. Detergentes neutros	10
2.4. Detergentes ácidos.....	11
2.5. Detergentes à base de enzimas	11
3. Desinfetantes	11
3.1. Tipos de desinfecção	12
3.2. Fatores que afetam a atuação dos desinfetantes	12
4. Monitorização do sistema de limpeza CIP	13
4.1. Inspeção visual	15
4.2. Zaragatoas de ATP	15

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

4.3. Placas de contacto.....	16
4.4. Zaragatoas.....	16
4.5. Controlo ambiental	16
4.6. Análises Físico-Químicas de Soluções	16
5. Sistemas CIP	16
5.1. Sistemas de Uso Único.....	17
5.2. Sistemas de Reuso	18
5.3. Sistemas Multiuso	19
6. Otimização do processo CIP	19
6.1. Equipamento.....	20
6.2. Minimização do uso de químicos	22
6.3. Minimização da utilização de água.....	23
6.4. Minimização da utilização de energia.....	24
7. Contextualização empresarial.....	25
Materiais e métodos	25
Método para testar detergentes em laboratório	25
Método para testar diferentes procedimentos em linha do sistema CIP	26
Resultados e discussão	27
Prospecção de mercado de detergentes e testes em laboratório	27
Testes em linha de diferentes procedimentos do sistema CIP.....	31
1- Turbidez e tempo total gasto por cada ciclo CIP	31
2- Análise microbiológica das águas de lavagem e zaragatoas de ATP	39
3- Benefícios ambientais e económicos de todas as alternativas em estudo .	40
Outras ações estudadas	45
Melhorias para o futuro	47
Conclusão	48
 Parte II – Estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar	 49
Contextualização teórica.....	50
1. História da embalagem alimentar	50
1.1. Vidro	51
1.2. Papel	51

1.3. Metal	51
1.4. Plástico	52
2. Classificações das embalagens alimentares	52
3. Funções da embalagem	55
4. A embalagem de metal	56
4.1. Processo de fabrico de embalagens metálicas	56
4.1.1. Fabrico de latas com três peças	57
4.1.2. Fabrico de latas com duas peças	58
4.2. Corrosão das embalagens metálicas	58
5. Sistema de Gestão da Segurança Alimentar	58
5.1. Pré-requisitos do sistema HACCP	59
5.1.1. Instalações e equipamentos	59
5.1.2. Controlo das operações	60
5.1.3. Manutenção e higienização	60
5.1.4. Higiene pessoal	60
5.1.5. Transporte	60
5.1.6. Informações do produto e consciencialização do consumidor	60
5.1.7. Formação	61
5.2 Implementação do sistema HACCP	61
5.2.1. Definir o âmbito do plano HACCP	61
5.2.2. Constituição da equipa HACCP	61
5.2.3. Descrição do produto	62
5.2.4. Identificação do uso pretendido do produto	62
5.2.5. Elaboração do fluxograma	62
5.2.6. Confirmação <i>in loco</i> do fluxograma	63
5.2.7. Identificação dos perigos associados a cada etapa (Princípio 1)	63
5.2.8. Determinação dos Pontos Críticos de Controlo (PCC) (Princípio 2)	64
5.2.9. Estabelecimento dos limites críticos para os PCC's (Princípio 3)	65
5.2.10. Estabelecimento de monitorização para cada PCC (Princípio 4)	65
5.2.11. Estabelecimento de ações corretivas (Princípio 5)	66

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

5.2.12. Estabelecimento de procedimentos de verificação (Princípio 6)	66
5.2.13. Estabelecimento de documentação e manutenção de registos (Princípio 7)	66
5.2.14. Revisão do plano HACCP	67
6. Enquadramento legal na produção de embalagens para alimentos	67
7. Contextualização empresarial	68
Materiais e métodos	69
Método de análise da qualidade microbiológica de embalagens com diferentes tempos de <i>stock</i>	69
Método de análise de colaboradores, embalagens e componentes da linha de montagem	69
Método de análise da qualidade microbiológica do ar envolvente da linha de montagem	70
Resultados e discussão	70
Análise da qualidade microbiológica de embalagens com diferentes tempos de <i>stock</i>	70
Análise de colaboradores e embalagens da linha de montagem	72
Análise da qualidade microbiológica do ar envolvente da linha de montagem	75
Análise do método de embalamento de componentes	77
Melhorias para o futuro	80
Conclusão	81
Outros projetos	82
Bibliografia	87
Anexos	90
Anexo I - Ficha técnica de produto do detergente estudado	90
Anexo II - Ficha de dados de segurança do detergente estudado	92

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução cronológica da Colep.....	4
Figura 2 - Presença da Colep a nível mundial.....	4
Figura 3 - Etapas do processo de limpeza.[13].	8
Figura 4 - Círculo de Sinner (adaptado).	10
Figura 5 - Métodos para avaliar a limpeza de superfícies (Adaptado de [19]).	15
Figura 6 - Exemplo da análise de uma zaragatoa de ATP.	15
Figura 7 - Sistema de uso único. Adaptado de [10].	18
Figura 8 - Sistema de Reuso. Adaptado de [10].	19
Figura 9 – Exemplos de Spray-balls estacionárias (esquerda) e spray-balls rotacionais (direita).	20
Figura 10 - Exemplo da localização de dead-legs.	21
Figura 11 - Exemplos de pig utilizados nas Indústrias.....	22
Figura 12 - Reação do ozono com água.	24
Figura 13 – Exemplos de detergentes excluídos através dos resultados visuais obtidos sob o gel de barbear em questão. Em cima encontram-se os resultados obtidos para o detergente 1, a 85°C com uma concentração de 1%; no meio os resultados do detergente 2, a 25°C com uma concentração de 3% e em baixo os resultados do detergente 5, a 85°C para uma concentração de 5%.....	28
Figura 14 - Detergentes com bom poder de atuação sobre o gel de barbear em questão. Em cima encontram-se os resultados obtidos para o detergente 3, a 85°C numa concentração de 5% e em baixo os resultados para o detergente 4, a 85°C numa concentração de 2%.	30
Figura 15 – Resultado visual obtido para o detergente 3 a uma temperatura de 25°C e a uma concentração de 5%.	30
Figura 16 – Variação dos valores de turbidez nos três ciclos CIP sem alterações analisados e respetiva média (Gráfico inferior direito).....	31
Figura 17 – Resultados dos testes da H1 e respetiva média (Gráfico inferior direito). 33	
Figura 18 - Resultados dos testes da H2 e respetiva média (Gráfico inferior direito).. 35	
Figura 19 – Comparação entre as médias dos valores de pH obtidos (e respetivo desvio-padrão) de todas as amostragens efetuadas, nas diferentes concentrações analisadas Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, * $p<0,05$ ** $p<0,01$, $n=3$).	37
Figura 20 - Resultados dos testes da H3 e respetiva média (Gráfico inferior direito).. 38	
Figura 21 – Águas de lavagem do detergente testado em linha.	38

Figura 22 – Resultados da análise microbiológica da água de lavagem recolhida nas limpezas na linha de gel de barbear. As três primeiras datas de amostragem correspondem ao ciclo CIP sem alteração, as três seguintes à H1, as três amostragens posteriores à H2 e as três últimas amostragens à H3. A Azul estão indicados os resultados e a laranja a especificação.	39
Figura 23 - Resultados das zaragoas de ATP (em RLU) recolhidas nas limpezas na linha de gel de barbear. As três primeiras datas de amostragem correspondem ao ciclo CIP sem alteração, as três seguintes à H1, as três amostragens posteriores à H2 e as três últimas amostragens à H3. A Azul estão indicados os resultados e a laranja a especificação.	39
Figura 24 – Tempo gasto em cada etapa de um ciclo CIP em todos os ensaios de todas as hipóteses estudadas e respetiva quantidade de água gasta (em m ³).	41
Figura 25 - Níveis das embalagens alimentares. (Da esquerda para a direita: primária, secundária e terciária). Adaptado de [35].	52
Figura 26 - Exemplos de embalagens de vidro..	54
Figura 27 - Exemplos de embalagens de metal.	54
Figura 28 - Exemplos de embalagens de plástico.	54
Figura 29 - Exemplos de embalagens de papel.	54
Figura 30 - Funções da embalagem.	55
Figura 31 - Lata de três peças.	57
Figura 32 - Dupla costura de fundos metálicos no corpo da lata: a) fundo e corpo são reunidos. b) primeira operação de costura, c) segunda operação de costura d) seção através da costura definitiva.	57
Figura 33 - Lata de 2 peças	58
Figura 34 - Sistema HACCP.	59
Figura 35 - Exemplo de um fluxograma.	62
Figura 36 - Árvore de decisão de acordo com o Codex Alimentarius.	65
Figura 37 – Lay-out da linha de embalagens alimentares analisada. Legenda: 1- Máquina de alimentação; 2- Expansora; 3- Cravadeira de fundos; 4- Volteador; 5- Cravadeira de cúpulas; 6- Máquina de testes; 7 – Paletizadora.	69
Figura 38 – Número de colónias obtidos nas 10 amostragens realizadas, por 500ml de solução.	71
Figura 39 – Comparação entre os diferentes tempos de stock analisados. As colunas representam a média e as barras o desvio padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1 = \mu_2$; $H_1 \mu_1 \neq \mu_2$, $*p < 0,05$, $n = 9$).	71

Figura 40 – Comparação do nível de limpeza associada aos operadores, componentes e embalagens na linha de montagem, entre o início (I) e o fim (F) do turno para Testes Rápidos (em RLU). As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$, $n=5$).	72
Figura 41 - Comparação dos microrganismos totais associados aos operadores, componentes e embalagens na linha de montagem, entre o início (I) e o fim (F) do turno através da análise de zaragatoas convencionais (em CFU/5cm ²). As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$, $n=5$).	73
Figura 42 - Comparação de bolores e leveduras associados aos operadores, componentes e embalagens na linha de montagem, entre o início (I) e o fim (F) do turno através da análise de zaragatoas convencionais (em CFU/5cm ²). As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$, $n=5$).	74
Figura 43 – Comparação entre a carga microbiana associada ao início (I) e ao fim (F) de cada turno, em diversos pontos da linha de montagem. As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$, $n=5$).	76
Figura 44 – Microrganismos identificados em laboratório externo.	76
Figura 45 – Métodos de embalagem: o da esquerda corresponde ao método de embalagem em saquetas e o da direita ao método de embalagem direto.	78
Figura 46 – Comparação entre os resultados obtidos para o embalagem em saquetas e os resultados obtidos para o embalagem direto para os Testes Rápidos. Os pontos representam a média e as barras os respetivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$, $n=10$). ...	78
Figura 47 - Comparação entre os resultados obtidos para o embalagem em saquetas e os resultados obtidos para o embalagem direto para zaragatoas convencionais. Os pontos representam a média e as barras os respetivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$, $n=10$).	79
Figura 48 - Comparação entre os resultados obtidos para a não utilização de luvas, a utilização de luvas de látex e de nitrilo utilizando Testes Rápidos. Os pontos representam a média e as barras os respetivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, $\cdot p<0,05$ $\cdot\cdot p<0,01$, $n=10$).	82

Figura 49 - Comparação entre os resultados obtidos para a não utilização de luvas, a utilização de luvas de látex e de nitrilo utilizando zaragatoas convencionais. Os pontos representam a média e as barras os respetivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1=\mu_2$; $H_1 \mu_1\neq\mu_2$, * $p<0,05$ ** $p<0,01$, $n=10$). 83

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens de alguns desinfetantes utilizados no CIP	12
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens das spray-balls estacionárias e rotacionais	21
Tabela 3 – Detergentes estudados a 25°C e a 85°C nas concentrações abaixo indicadas	27
Tabela 4 - Classificação das águas recolhidas do sistema CIP durante a limpeza e respetivas turbidez máxima e mínima associada a cada categoria. Adaptado de [2]	32
Tabela 5 – Amostragens realizadas para determinação do pH a partir do qual se considera que a água de lavagem se encontra isenta de detergente	36
Tabela 6 - Estudo de <i>Cost-saving</i> para todas as alternativas estudadas (em comparação com a hipótese em vigor)	42
Tabela 7 - Exemplos de embalagens rígidas, semirrígidas e flexíveis. Adaptado de [35]	51
Tabela 8 – Vantagens e desvantagens do vidro, do metal, do plástico e do papel. Adaptado de [35].....	52
Tabela 9 - Exemplo de uma matriz de risco onde se considerou como significativo um perigo onde a avaliação de risco for igual ou superior a 3.	62
Tabela 10 - Exemplo de uma avaliação de perigos.....	63
Tabela 11 - Carga microbiana associada à água do equipamento manual de testes para deteção de fugas	73
Tabela 12 – Especificações dos limites aceitável, de precaução e inaceitável das zaragoas de ATP com e sem a utilização de luvas	83
Tabela 13 - Limites aceitável, de precaução e inaceitável das zaragoas convencionais ao 7ºdia de incubação, em TSA e SDA (em CFU/5cm ²).....	84
Tabela 14 – Resultados dos Testes Rápidos (em RLU) realizados nas diferentes amostras analisadas assim como a respetiva média e desvio-padrão, em RLU.....	84
Tabela 15 – Resultados das análises realizadas aos tampos com zaragoas convencionais ao 3º, 5º e 7º dias de incubação a 32±2°C (em CFU/mL)	85

Tabela 16 – Resultados das análises realizadas às embalagens não alimentares com
zaragatoas convencionais ao 3º, 5º e 7º dias de incubação a 32±2°C (em CFU/mL)
.....85

Tabela 17 – Método de identificação de *Candida albicans*, *E.coli*, *Pseudomonas*
aeruginosa e *Staphylococcus aureus* por plaqueamento86

Glossário

ATP – Adenosina Trifosfato

BPF – Boas Práticas de Fabrico

CIP – *Cleaning-in-Place*

CQO - Carência Química de Oxigénio

EPDM – Monómero Etileno-Propileno-Dieno

EPS- Poliestireno Expandido

FDA - *Food and Drug Administration*

HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Point*

NDA- *National Dairyman's Association*

PCA – *Plate Count Agar*

PCC – Ponto Crítico de Controlo

PET – Polietileno de Teraftalato

PIB – Produto Interno Bruto

SCA – *Sabourad Cloramphenicol Agar*

SS - Sólidos Suspensos

TOC- *Total organic carbon*

TNTC – *Too Numerous To Count*

VRBG – *Violet Red Bile Glucose Agar*

Definições

Água de limpeza – água recolhida do equipamento de processo, que representa o estado geral do equipamento [1].

Amostragem – conjunto de operações relacionadas com a recolha e preparação de amostras [2].

Biofilme – Matriz gelatinosa, aderida a uma superfície sólida constituída maioritariamente por microrganismos, pelas substâncias poliméricas extracelulares que eles excretam e por água. Esta matriz normalmente encontra-se imersa num meio líquido [3].

Budget – tipo de documento (normalmente anual) onde se define, de forma clara, as variáveis de custos, receitas e despesas de uma determinada empresa.

Caudalímetro – Instrumento para medir o caudal de um fluído.

Ciclo CIP – sequência completa de CIP [4].

Condutividade – medida da capacidade da água transmitir uma corrente elétrica. A unidade básica de medição: $\mu\text{S}/\text{cm}$ [1].

Contaminação – ocorrência de qualquer matéria indesejável no produto como produtos químicos, partículas e/ou matéria microbiológica [2].

Cost-saving - ação que resulta na realização dos objetivos de uma determinada compra, a um custo menor do que o custo anterior ou projetado [5].

Duplicado – duas placas da mesma amostra (se amostras líquidas) analisadas nas mesmas condições.

Expedição – operações que englobam a preparação de uma ordem e respetiva colocação num veículo de transporte.

Fora de especificação – resultado que não cumpre o critério de aceitação definido.

Limpeza – operações que asseguram um nível de limpeza e aparência, consistente com a separação e eliminação geral de sujidade visível de uma superfície pela combinação de ação química, ação mecânica, temperatura e duração de aplicação. Consiste na eliminação de resíduos e contaminantes até um nível controlado.

Lote – quantidade definida de uma matéria-prima, material de embalagem ou produto resultante de um processo ou processos onde é expectável que sejam homogéneos.

Pré-enxaguamento – primeiro enxaguamento de uma sequência CIP[4].

Produção – operações de formulação e embalagem.

Sanitização – operação utilizada para reduzir a carga microbiana para níveis aceitáveis.

Sequência CIP – etapas em que o sistema CIP decorre.

Standard – padrão; norma. É definido quando um objeto e/ou documento tem as formas, estrutura e dimensões exatas, atribuídas diretamente a esse objeto/documento.

Turbidez – opacidade na aparência de um líquido, provocada por partículas suspensas [4].

Turbidímetro – instrumento para medir a turbidez de um líquido.

Verificação de limpeza – confirmação por avaliação dos resultados de que os requisitos de limpeza foram atingidos.

Objetivos do trabalho

O trabalho exposto neste relatório foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este teve lugar tanto no laboratório de microbiologia do departamento de Qualidade da unidade do Enchimento (*Product Supply Group*) como na área de montagem de embalagens alimentares da unidade das Metálicas (*Metal Packaging*). Foi orientado pela Dr^a Fernanda Tavares, *Operations Manager* do PSG da Colep de Vale de Cambra e pelo professor Doutor Nuno Mateus, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

A primeira parte do trabalho apresentado neste relatório teve como objetivo principal o estudo de alternativas para melhorar o procedimento de limpeza da unidade de enchimento da linha de gel de barbear, tendo em vista uma maior eficiência, eficácia e automação do sistema CIP. Foram realizados estudos prévios em laboratório e ensaios industriais de forma a avaliar as várias alternativas em termos de eficácia e eficiência, vantagens do ponto de vista económico e ambiental, garantindo sempre a sanitização do sistema em todas as alternativas estudadas.

Por sua vez, o estudo microbiológico das embalagens alimentares teve como principal objetivo realizar uma prospeção da carga microbiana associada a diversos fatores que podem afetar a qualidade do produto final tais como a linha de montagem, o ar envolvente à mesma, os operadores que manipulam as embalagens, o método de embalamento de componentes e o tempo de *stock* das embalagens.

O estágio teve ainda como intuito integrar o estagiário num ambiente industrial e a sua familiarização com o funcionamento de um departamento de controlo de qualidade. No decorrer do estágio, o estagiário teve encarregue da gestão do laboratório de microbiologia do departamento de controlo de qualidade da unidade de Enchimento da Colep Portugal, S.A. Coordenou ainda dois projetos tais como o projeto “Estabelecimento de especificações em Testes Rápidos 3M Clean Trace e zaragatoas convencionais para a higiene das mãos dos colaboradores do PSG VdC” e o projeto “Estudo em embalagens não alimentares e componentes para determinar a presença de *S.aureus*, *Candida albicans*, *E.coli* e *Pseudomonas aeruginosa* através da análise de zaragatoas convencionais e Testes Rápidos 3M Clean Trace” que permitiram aprofundar o seu conhecimento na área das análises microbiológicas.

Introdução

Organização do relatório de estágio

O relatório de estágio aqui apresentado tem alguns capítulos em comum tais como os Objetivos do Trabalho, a Introdução e os Outros projetos. Contudo, encontra-se maioritariamente dividido em duas partes. A primeira parte é dedicada à melhoria do procedimento de limpeza da unidade de enchimento da linha de gel de barbear e é constituída por 5 capítulos (Contextualização teórica, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Melhorias para o futuro e Conclusão). Por sua vez, a segunda parte é dedicada ao estudo da qualidade microbiológica de material de embalagem para uso alimentar e é constituída por 5 capítulos (Contextualização teórica, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Melhorias para o futuro e Conclusão). Após esta divisão, encontra-se o capítulo relativo a Outros Projetos.

No primeiro capítulo em comum, objetivos do trabalho, são apresentados os principais objetivos do estágio curricular apresentado neste relatório, para as duas componentes estudadas.

Na introdução encontra-se uma breve apresentação da empresa onde o estágio foi realizado.

Na primeira parte encontra-se uma breve descrição do sistema CIP: quais as suas etapas, quais os detergentes e desinfetantes que podem ser utilizados e respetivas vantagens e desvantagens, métodos de monitorização e validação do sistema, formas de otimizá-lo e também uma rápida contextualização empresarial. Após esta contextualização teórica, sucedem-se os materiais e métodos onde é realizada uma breve descrição das metodologias utilizadas para a obtenção de resultados. No capítulo referente aos resultados e discussão são apresentados e discutidos os resultados obtidos nesta parte do estágio: teste em laboratório de detergentes, teste de diferentes procedimentos em linha e ainda outras ações estudadas. Seguidamente encontra-se o capítulo de melhorias para o futuro onde são apresentadas algumas ações a realizar no futuro de forma a continuar com a melhoria do sistema CIP em estudo. Por fim, no capítulo conclusões é realizada uma avaliação global da primeira parte deste estágio.

Relativamente à segunda parte, inicialmente encontra-se uma contextualização acerca das embalagens alimentares, nomeadamente a sua evolução, classificação e funções e faz-se ainda uma exposição sobre o sistema HACCP, quais os seus pré-requisitos e princípios existentes, um enquadramento legal na produção de embalagens

para alimentos e ainda uma contextualização empresarial. No capítulo de materiais e métodos é apresentada uma descrição dos materiais utilizados bem como as metodologias utilizadas para a obtenção de resultados. No capítulo relativo aos resultados e discussão são apresentados os resultados obtidos nesta parte do estágio: análise microbiológica de embalagens com diferente tempo de *stock*, análise do ar envolvente da linha de montagem e a análise de colaboradores, embalagens e componentes da linha de montagem. No capítulo de melhorias para o futuro são, mais uma vez, apresentadas algumas sugestões a realizar no futuro de forma a continuar o projeto iniciado neste estágio e no último capítulo desta parte, conclusão, é realizada uma avaliação global desta parte do estágio.

No último capítulo do relatório, outros projetos, são apresentados de uma forma sucinta os projetos adicionais realizados durante o estágio.

História da empresa

O percurso da Colep teve início em 1965 pelas mãos do Engº Ilídio Leite de Pinho. Começou como uma oficina de pequenas dimensões a fabricar embalagens metálicas mas apenas dez anos depois o negócio expandia para o enchimento de aerossóis. A partir desta altura, a Colep foi expandido o seu negócio para diversos países como Inglaterra, Alemanha, Espanha, entre outros (Figura 1). Em 2001 a totalidade do capital da Colep foi adquirida pelo Grupo RAR e o seu crescimento continuou em expansão com a construção de uma fábrica de enchimento de aerossóis na Polónia, em 2002. Já em 2010 a empresa entrou para o mercado brasileiro e em 2013 iniciou a sua atividade na América do Norte mais propriamente no México além de estabelecer uma aliança com o Grupo Albatha para o fabrico de aerossóis, em Sharjah. Mais recentemente, em 2014 a Colep estabeleceu outra aliança com a *One Asia Network* denominada por ACOA (*The Alliance of Colep & One Asia*) e em 2015 adquiriu a 100% três fábricas no Brasil (CPA, Provider e Total Pack) [6, 7].

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar



Figura 1 - Evolução cronológica da Colep.

Após 50 anos de existência, a Colep é considerada líder global de embalagens e manufatura por contrato de bens de consumo (de cuidados pessoais, de casa, cosméticos e segmentos de cuidados de saúde) sendo as suas áreas de atividade o enchimento de aerossóis, de líquidos, as embalagens metálicas e plásticas, empregando milhares de pessoas distribuídas pelas 19 unidades de produção presentes em todo o mundo com um volume de negócio de cerca de 512 milhões de euros (Figura 2). Contudo e apesar de ser uma grande empresa, a Colep não tem marca própria trabalhando apenas por contrato com os seus clientes [6, 7].



Figura 2 - Presença da Colep a nível mundial.

Parte I- – Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento

Contextualização teórica

De forma a serem concebidos produtos de alta qualidade para o consumo humano, é necessário que a higiene da indústria que os produz corresponda aos mais altos padrões de limpeza. Assim sendo e para assegurar que o produto final satisfaz as mais altas expectativas do consumidor final, é crucial ter atenção a todo o processo de limpeza e desinfeção de qualquer equipamento [8].

Antes dos anos 50, a limpeza de equipamentos nas indústrias era realizada manualmente o que acarretava mais custos com mão-de-obra, o desmantelamento de equipamentos, mais tempo despendido, menor taxa de produção, etc. A partir da década de 50, a limpeza manual foi gradualmente substituída por sistemas de limpeza CIP que, nos últimos 10-15 anos tem-se alastrado bastante entre as indústrias alimentares, de bebidas, farmacêuticas, cosméticas, entre outras sendo hoje em dia um sistema bastante comum [8, 9]. Isto porque o sistema CIP, sendo um circuito fechado, apresenta inúmeras vantagens relativamente à limpeza manual tais como uma maior eficiência de limpeza, ciclos de limpeza mais curtos e um menor impacte ambiental [10].

Segundo o NDA do Código de Segurança Química, o sistema CIP pode ser definido como:

“A limpeza completa de objetos das instalações ou circuitos de tubagens sem desmantelar ou abrir o equipamento e com pouco ou nenhum envolvimento manual por parte do operador. O processo envolve a injeção ou pulverização de superfícies ou a circulação de soluções de limpeza pela instalação em condições de maior turbulência e velocidade de fluxo.”

1. Processo de limpeza CIP

O processo CIP *standard* começa após o fim de produção de um determinado produto (e seu escoamento dos equipamentos) e consiste, normalmente, numa série de etapas que incluem [11, 12]:

1. Pré enxaguamento com água para remover a sujidade sólida;
2. Recirculação de detergente;
3. Enxaguamento intermédio;
4. Segunda recirculação de detergente (opcional);
5. Segundo enxaguamento intermédio;
6. Desinfeção;
7. Enxaguamento final

1.1. Pré enxaguamento

Esta etapa inicia-se com uma purga sob gravidade ou utilizando meios físicos como ar comprimido e sistemas PIG, para eliminar restos produtos que se encontrem dentro das tubagens. Posteriormente, as superfícies dos equipamentos são enxaguadas com água, proveniente do enxaguamento final da limpeza anterior, para remover as quantidades mais grossas de produtos que se encontram soltas. Esta etapa é importante para evitar a introdução de sujidade no tanque do detergente [8, 12].

1.2. Recirculação de detergente

Esta é a fase principal do sistema CIP e tem como função a desagregação das porções mais residuais dos produtos das superfícies dos equipamentos e a sua dissolução na solução detergente. É importante que esta solução impeça a deposição de sujidade nos equipamentos durante a recirculação. Esta recirculação pode demorar de 15 a 60 minutos, dependendo do tipo de sujidade [8, 12].

1.3. Enxaguamento intermédio

O enxaguamento intermédio tem como intuito remover vestígios de detergentes e alguma sujidade que possa estar entranhada nos equipamentos além de servir para recuperar o máximo de detergente possível para o tanque. Deve ser utilizada água potável fria que normalmente é recuperada e reutilizada como água de pré-enxaguamento do ciclo seguinte [8, 12].

1.4. Segunda recirculação de detergente

Esta fase apenas é utilizada em situações onde é necessário utilizar um detergente ácido para neutralizar resíduos do detergente alcalino utilizado anteriormente bem como para eliminar qualquer sujidade mineral presente [8, 12]. É aplicada em cubas de queijo, por exemplo.

1.5. Segundo enxaguamento intermédio

Tem a mesma função do primeiro enxaguamento realizado e também é utilizada água fria potável. Caso não haja nenhuma etapa de desinfecção, a qualidade desta água é crucial. Normalmente a qualidade desta água é assegurada com um tratamento de dióxido de cloro [8].

1.6. Desinfecção

Geralmente, a desinfecção é realizada a frio. É utilizado um agente sanitizante que é enxaguado em todas as superfícies do equipamento para reduzir a carga microbiana presente. O tempo de enxaguamento e a concentração do agente sanitizante são críticos para a obtenção de bons resultados [8, 12].

1.7. Enxaguamento final

A etapa final pode ser realizada com água quente ou fria, dependendo da temperatura do ciclo de limpeza [12]. Mais uma vez, a qualidade desta água é crítica pois água de má qualidade poderá levar a uma contaminação após desinfecção e, conseqüentemente, à deterioração dos produtos [8].



Figura 3 - Etapas do processo de limpeza.[13].

2. Detergentes

A seleção do produto de limpeza deve ter em conta o tipo de sujidade na superfície a limpar. Além disso, de forma a otimizar os resultados, a escolha do método de limpeza mais adequado também deve ser tido em consideração [14].

Os detergentes devem ter determinados atributos tais como [12]:

- Poder emulsificante – para manter os óleos e as gorduras dispersas na solução de limpeza;
- Poder molhante – para reduzir a tensão de superfície e permitir a penetração na sujidade;
- Poder de dispersão e de suspensão – para suspender resíduos insolúveis e prevenir a sua redeposição nas superfícies limpas;

- Poder de enxaguamento – capacidade de enxaguar, sem deixar nenhum resíduo, o produto químico ou detergente sobre a superfície limpa.
- Poder sequestrante – capacidade de combinar com sais de cálcio e magnésio para formar compostos solúveis em água e ajudar a detergência.
- Poder orgânico dissolvente – para solubilizar as proteínas e gorduras.

2.1. Principais fatores na atuação dos detergentes

As variáveis mais influentes no processo de limpeza e que condicionam a ação dos detergentes são:

- Tempo de contacto – uma vez que os detergentes não atuam de forma instantânea, é necessário assegurar o tempo de contacto adequado para que estes consigam penetrar na sujidade e soltá-la da superfície [12].
- Temperatura – na maioria dos casos, quanto mais quente estiver a solução detergente mais eficientemente esta irá trabalhar. Existem algumas exceções como os detergentes à base de enzimas que tendem a ser desativados a altas temperaturas [12, 14].
- Ação mecânica – é fundamental para retirar a sujidade das superfícies e dispersá-las na solução de limpeza. Em geral, os detergentes não removem a sujidade se não for aplicada uma determinada quantidade de ação mecânica [14].
- Concentração – este é, possivelmente, o fator mais importante a ser considerado. Qualquer produto tem uma concentração específica que corresponde à máxima eficácia da ação química. Concentrações abaixo deste nível não irão ter o efeito pretendido e concentrações superiores irão gerar desperdício pois a eficácia não aumenta [13]. Assim sendo, o elemento-chave é uma declaração clara e uma comunicação *standard* aos operadores da indústria de qual a concentração exata a utilizar e quais os benefícios associados à mesma [15].

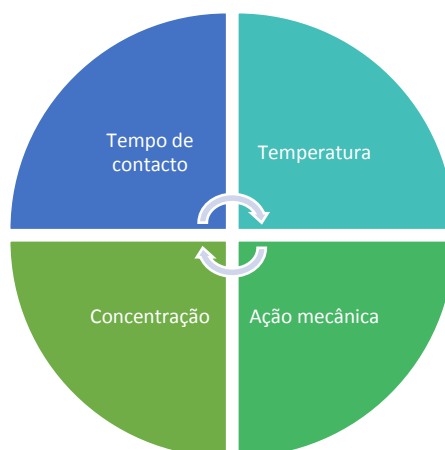


Figura 4- Círculo de Sinner (adaptado).

Um exemplo prático da importância da conjugação destes parâmetros pode ser encontrado numa das tarefas domésticas mais comum como a lavagem da loiça. A gordura da loiça necessita de uma determinada quantidade de sabão (detergente) para ser removida (Concentração). Além disso, a água necessita de estar suficientemente quente para reagir com a gordura e com o detergente (Temperatura). Por último, a loiça necessita de ser esfregada (Ação mecânica) durante um determinado tempo (Tempo de contacto) para estar completamente lavada. Se algum destes elementos não for adequado, a loiça não fica convenientemente limpa.

2.2. Detergentes alcalinos

São usados em limpezas alcalinas e destinam-se à remoção de proteínas, gorduras e outros resíduos orgânicos que aderem às superfícies. Entre estes produtos alcalinos incluem-se a soda cáustica, o amoníaco e o hipoclorito de sódio [16].

O detergente alcalino mais utilizado na indústria alimentar e cosmética/farmacêutica é a soda cáustica tanto pelo seu baixo preço como pela sua eficácia. Esta atua quimicamente saponificando as gorduras animais e vegetais, e ao mesmo tempo desnaturando as proteínas. Contudo, tem a desvantagem de reagir com os sais de cálcio e magnésio presentes na água, o que pode ser resolvido com a incorporação de aditivos [16].

2.3. Detergentes neutros

Este tipo de detergentes não atuam por reação química e incluem-se nesta categoria muitos produtos de limpeza domésticos bem como produtos concebidos para o contacto com as mãos. São considerados seguros para serem utilizados em

superfícies pintadas ou corrosivas mas não são adequados para utilizar a nível industrial [14].

2.4. Detergentes ácidos

Os detergentes ácidos são eficazes na remoção de resíduos inorgânicos bem como em resíduos resistentes aos detergentes alcalinos e neutros [8, 12]. Os ácidos mais utilizados para a limpeza ácida são o ácido nítrico, o ácido sulfúrico, o ácido acético, o ácido cítrico, o ácido fosfórico, entre outros [16].

A nível industrial, o ácido integrante do detergente aparece numa percentagem muito baixa para que o risco associado seja baixo e, consequentemente, a sua perigosidade [14].

2.5. Detergentes à base de enzimas

Os detergentes à base de enzimas oferecem diversas vantagens relativamente aos detergentes tradicionais (ácidos, básicos ou neutros) uma vez que são biodegradáveis e colocam menos problemas de poluição [17].

3. Desinfetantes

A desinfecção tem como objetivo a destruição de microrganismos (especialmente patogénicos) que podem contaminar o ambiente, as superfícies, as mãos e, por isso, qualquer tipo de produto que entre em contacto com os mesmos. Além disso, previne o crescimento de microrganismos durante o período de produção. A desinfecção é requerida maioritariamente em superfícies húmidas uma vez que estas apresentam uma maior suscetibilidade ao crescimento microbiano e pode ser alcançada pela aplicação de agentes ou processos (químicos ou físicos) a uma superfície limpa.

É de ressaltar que a desinfecção não indica que todos os microrganismos foram destruídos mas sim que ocorreu a sua redução para um nível em que nem a qualidade do produto nem a saúde humana é comprometida [18].

A seleção do agente desinfetante deverá ter em conta alguns fatores tais como o nível de sujidade existente, a superfície a ser desinfetada, a compatibilidade com o agente de limpeza, o tempo disponível para a realização desta operação, o tipo de microrganismos que podem estar presentes, etc. [14].

Um bom desinfetante deve ser facilmente aplicado em condições práticas de uso, ser estável, ser eficaz numa gama variada de microrganismos (de preferência em baixas concentrações para minimizar os custos associados ao seu uso), seguro, não tóxico,

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

não corrosivo, bom redutor da tensão superficial, homogéneo e resistente à matéria orgânica [14]:

Na tabela seguinte encontram-se alguns dos desinfetantes mais comuns utilizados num sistema CIP [15]:

Tabela 1- Vantagens e desvantagens de alguns desinfetantes utilizados no sistema CIP.

Desinfetante ácido	Vantagens	Desvantagens
Ácido peracético	<ul style="list-style-type: none"> - Eficaz em operações de baixas temperaturas; - Baixa formação de espuma; - Amplo espectro de atuação; - Sanitização mais eficaz, incluindo a remoção de depósitos minerais; - Produtos derivados da sua decomposição não são tóxicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosivo na presença de iões de cloro; - Concentrado provoca irritações e queimaduras; - Pode gerar odores fortes; - Corrosivo para alguns metais como cobre, bronze e latão; - Altas temperaturas aceleram a taxa de corrosão.
Peróxido de hidrogénio	<ul style="list-style-type: none"> - Eficaz a altas temperaturas e concentrações elevadas; - Sem resíduos químicos; - Bastante eficaz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relativamente caro; - Corrosivo; - Destabilizado pela presença de contaminantes metálicos.
Dióxido de cloro	<ul style="list-style-type: none"> - Poder desinfetante forte com impacto ambiental mínimo; - Barato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosividade em aços inoxidáveis; - Formação de organocloretos se não for removido corretamente.

3.1. Tipos de Desinfecção

Sucintamente, existem três tipos de desinfecção: por radiação, por calor e química.

A desinfecção por radiação não é muito utilizada na indústria alimentar sendo mais comum em âmbito hospitalar e laboratorial [13].

O calor pode ser utilizado sob a forma de vapor, água quente ou ar quente para desinfetar. É um bom método pois não é corrosivo, destrói todo o tipo de microrganismos e é eficaz se for assegurado que a temperatura atinge toda a superfície a desinfetar e durante o tempo necessário. Tem como desvantagens o facto de ser, muitas vezes, mais caro que a desinfecção química e o facto de ser mais difícil de usar especialmente em sistemas abertos como cubas ou tanques [8, 13].

Por último, a desinfecção química é a que se encontra mais vulgarizada na indústria. É necessário ter algum cuidado na escolha de desinfetantes pois não existem desinfetantes universais.

3.2. Fatores que afetam a atuação dos desinfetantes

Tal como os detergentes, existem fatores que podem influenciar positiva ou negativamente a performance dos desinfetantes tais como [8] [13]:

- pH – a utilização de desinfetantes deve ser realizada dentro da gama de pH recomendada de forma a maximizar o seu efeito.
- Tensão superficial – os desinfetantes baseados em atividade de superfície perdem a sua eficácia rapidamente se as suas soluções forem contaminadas com substâncias que alteram a tensão superficial.
- Tempo – o tempo de contacto deve ser suficiente para que as reações físicas e químicas ocorram.
- Temperatura – a ação do calor é inversamente proporcional ao tempo, isto é, quanto mais alta a temperatura menor o tempo necessário para matar os microrganismos. No entanto, em muitos casos o aumento da temperatura é limitado pela volatilidade dos desinfetantes. É, portanto, importante estabelecer uma temperatura de atuação estável do desinfetante.
- Número e localização de microrganismos – quando a quantidade de microrganismos é baixa é mais fácil de desinfetar assim como em locais de difícil acesso, a dificuldade de os desinfetar aumenta. Por exemplo, se o desinfetante não penetrar bem num biofilme, os microrganismos que se encontram debaixo deste sobrevivem e reproduzem-se levando a uma possível proliferação.
- Limpeza prévia – a matéria orgânica pode interferir na atividade desinfetante contra bactérias, vírus e fungos, diminuindo-a e, por outro lado, há possibilidade de ocorrer uma neutralização do desinfetante. De forma a evitar isto, é essencial remover toda a sujidade antes da desinfeção.
- Dureza da água – a dureza da água reduz a eficácia de alguns desinfetantes e contribui para a formação de incrustações na superfície do equipamento.
- Tipo de microrganismos – devido à sua estrutura, as bactérias Gram-positivas são mais sensíveis aos biocidas do que as Gram-negativas.

4. Monitorização da limpeza do sistema CIP

Antes da monitorização da limpeza do sistema CIP, os procedimentos para tal carecem de uma validação e verificação. A validação deve assegurar que a informação que suporta o processo de limpeza está correta. É efetuada antes da implementação e depois de alterações efetuadas de, por exemplo, novos produtos, novos parâmetros, mudanças de equipamentos, etc. Por sua vez, a verificação é um método contínuo que

determina que o processo acordado após a validação está a ser executado da forma correta [8].

Após o sistema de limpeza estar validado e verificado necessita de ser monitorizado. A frequência da avaliação é determinada de acordo com a forma como os sistemas de limpeza estão programados [8].

A monitorização corresponde às medições efetuadas no sistema de limpeza para comprovar que as operações foram realizadas corretamente e que as instalações/equipamentos foram suficientemente limpas através de indicadores como, por exemplo, TOC ou a condutividade. Esta permitirá identificar más práticas na realização destas operações assim como possíveis focos de contaminação microbiológica [14].

Para a realização da monitorização, existem dois tipos de amostragem: a amostragem indireta utilizando soluções de enxaguamento e a amostragem direta de superfícies através de zaragatoas. Através da análise de soluções de enxaguamento é possível realizar uma amostragem de uma maior área superficial bem como de áreas inacessíveis ou de superfícies que não podem ser desmontadas frequentemente. Todavia, se existir alguma sujidade remanescente na superfície, não é possível detetá-la através destas soluções [19]. A combinação dos dois tipos de amostragem é a forma mais eficaz de monitorizar a limpeza do sistema sendo que o programa de monitorização deverá incluir [8, 14]:

- Inspeção e/ ou avaliação visual antes do início do arranque dos processos;
- Análises microbiológicas de superfícies em contacto com os produtos;
- Análises microbiológicas do meio ambiente;
- Análise físico-químicas de soluções.

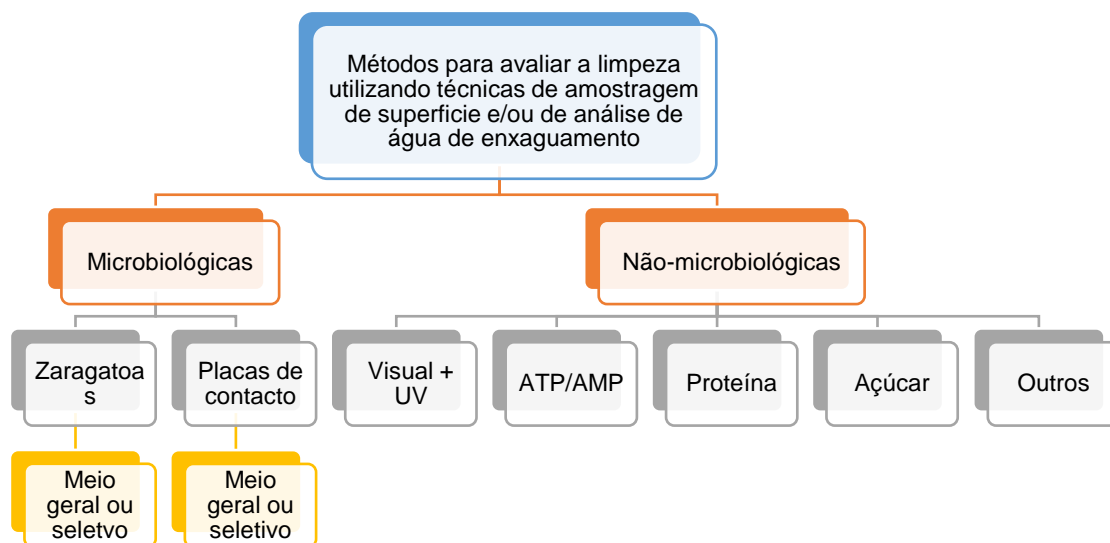


Figura 5 - Métodos para avaliar a limpeza de superfícies (Adaptado de [19]).

4.1. Inspeção visual

A inspeção visual possibilita a deteção de falhas de higienização que podem pôr em causa a segurança do produto. Apesar de nem toda a sujidade ser detetada a olho nu, a sua identificação numa superfície indica que houve uma falha e procede-se, de imediato, à sua correção [14, 19].

Esta inspeção visual pode ser aprimorada com a utilização de luz UV e deve ser realizada antes de retirar amostras para qualquer método de limpeza analítico apenas para garantir que o resultado da limpeza é visualmente aceitável [19].

4.2. Zaragatoas de ATP

Este método baseia-se na deteção de ATP na superfície que está a ser testada. O ATP está presente em todas as células o que faz com que o brilho da luz seja proporcional à quantidade de matéria orgânica e de bactérias presentes na superfície testada [20]. Assim, é possível obter uma indicação da sujidade orgânica presente e, consequentemente, saber se a higienização do sistema foi eficaz.

As zaragatoas de ATP são um método rápido e relativamente simples de usar contudo é bastante sensível e tem de ser utilizado com o máximo cuidado [19].



Figura 6 - Exemplo da análise de uma zaragatoa de ATP.

4.3. Placas de contacto

Na técnica de inoculação por contacto realiza-se uma impressão direta do meio de cultivo na superfície a analisar, com o qual se recolhe parte dos microrganismos presentes na superfície. Podem ser utilizadas placas para recontagem total (PCA), para recontagem de enterobactérias (VRBG) e para recontagem de bolores e leveduras (SCA) [14].

4.4. Zaragatoas

A vantagem das zaragatoas relativamente à água de enxaguamento é o facto de ser possível obter uma determinação específica da presença de substâncias na superfície dos equipamentos que são pouco solúveis ou insolúveis em água. Os materiais para a realização de zaragatoas devem ter uma base estável, seletivos, fáceis de manipular e de descartar. Foi comprovado que o algodão sintético é o melhor material para a realização de zaragatoas [21].

É importante decidir quais as partes da superfície a analisar para não seleccionar superfícies bastantes acessíveis levando a resultados otimistas ou o contrário [22].

4.5. Controlo Ambiental

Estas análises do ar ambiente permitem avaliar o grau de contaminação do mesmo dentro de uma instalação. São úteis para avaliar a adequabilidade e a eficácia dos programas de higienização na componente relacionada com as instalações [14].

4.6. Análises Físico-Químicas de Soluções

A realização deste tipo de análises é pertinente para avaliar a manutenção das características dos produtos de limpeza e desinfeção. A medição do pH é o método mais expedito para avaliar a existência de alguma alteração nas características dos produtos. Tem a desvantagem de não avaliar a concentração de cada um dos agentes ativos presentes no detergente ou no desinfetante de forma individual e precisa [14].

5. Sistemas CIP

Os sistemas CIP podem ser classificados de acordo com o modo de utilização das soluções de limpeza utilizadas num ciclo de CIP, em subsequentes ciclos. Estes podem ser classificados em Sistemas de Uso Único, Sistemas de Reuso e Sistemas de Multiuso.

5.1. Sistemas de Uso Único

Numa perspetiva histórica, este foi o primeiro sistema CIP a ser instalado. Neste tipo de sistema, quando apropriado, todas as fases do processo de limpeza são descarregados diretamente para o esgoto [23].

Segundo Davis (1980) e Hamblin (1990) este conceito baseia-se numa otimização da composição da solução-detergente num determinado circuito podendo, em alguns casos, ser utilizada num ciclo de higienização subsequente na fase de pré-enxaguamento [10].

De acordo com Davis (1980), este sistema é recomendado para a limpeza de tanques pois a concentração e temperatura requeridas para a sua limpeza é menor quando comparados com outros processos. São ainda recomendados na área da biotecnologia e na limpeza de bioreatores [10].

Existem alguns argumentos a favor do sistema de uso único tais como [10]:

- Evitam a contaminação com sujidade e/ou esporos;
- Reduzem o risco de contaminação cruzada;
- Custos de capital inicial mais baixos;
- Permite uma maior qualidade no controlo das características da solução de limpeza inicial em cada ciclo de limpeza;
- Apropriado para soluções com elevada contaminação após o seu primeiro uso;
- Mais apropriado para aplicar em situações com regimes de limpeza especiais tais como diferentes químicos, diferentes concentrações, temperaturas, etc.

Contudo, com este sistema advêm algumas desvantagens tais como um maior custo de químicos, maior desperdício de água, custos mais elevados para o tratamento de resíduos e maior desperdício de energia no aquecimento de água. Como tal, e aliado ao avanço tecnológico, este tipo de sistema tem vindo a ser substituído por outros [10, 12].

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

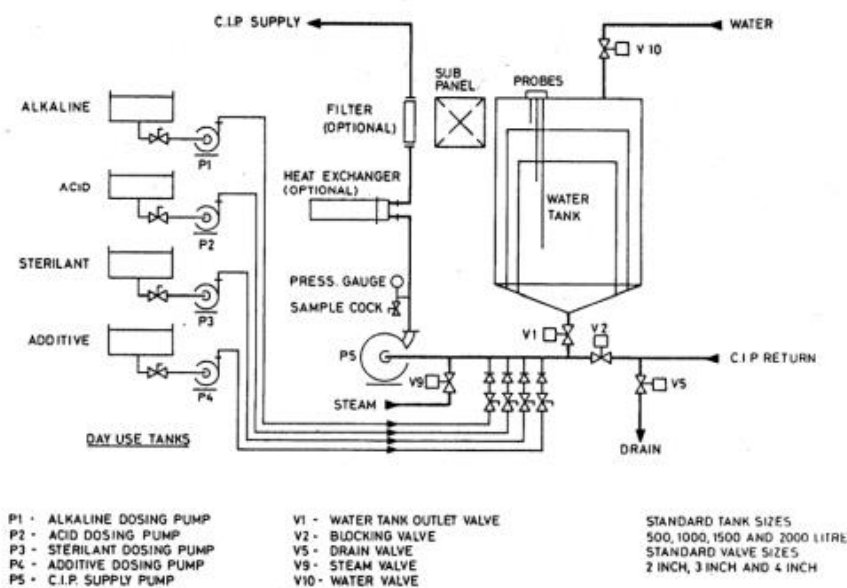


Figura 7- Sistema de uso único. Adaptado de [10].

5.2. Sistemas de Reuso

O sistema de reuso permite a recuperação das soluções ácidas e/ou básicas e guardam-nas até ao próximo ciclo de limpeza caso a condutividade das soluções indicar que continuam eficazes aumentando o seu tempo de vida [12, 23].

Os tipos de tratamento frequentemente adotados neste tipo de sistemas incluem a separação gravítica (sedimentação e centrifugação), métodos físico-químicos (coagulação/precipitação), processos de separação por membrana, entre outros [10].

Neste tipo de sistemas é necessário uma maior área espacial bem como equipamentos e um controlo com maior complexidade. Porém, os custos de funcionamento relativamente à água utilizada, ao tratamento de resíduos, ao aquecimento e à utilização de químicos são menores. São recomendados para aplicações em que o balanço de compostos químicos na solução de limpeza possam ser mantidos e também em situações onde a quantidade de resíduos eliminados ao longo de cada ciclo de limpeza seja diminuta [10].

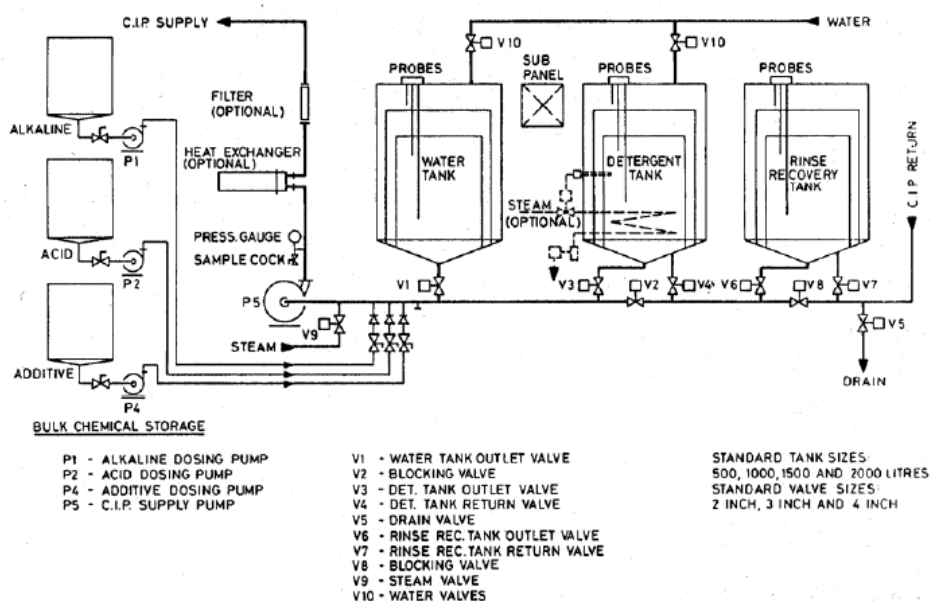


Figura 8 - Sistema de Reuso. Adaptado de [10].

5.3. Sistemas de Multiuso

Nos sistemas multiuso as soluções utilizadas no sistema CIP são recolhidas em tanques e reutilizadas na etapa de pré-enxaguamento dos ciclos seguintes. Frequentemente, estes sistemas são combinados com sistemas de reuso num único sistema CIP [10].

Estes sistemas levam primeiramente a poupanças de água e, posteriormente, ao aumento da eficácia do pré-enxaguamento devido à presença de resíduos dos agentes de limpeza na solução o que faz com que a quantidade de resíduos a remover no passo de limpeza por ação do detergente seja reduzida [12].

6. Otimização do processo CIP

O aumento da preocupação relativamente ao meio ambiente colocou em discussão problemas como a escassez de água e a depleção de combustíveis fósseis. Os processos CIP existentes são demorados e desperdiçam grandes quantidades de energia, água e químicos [23, 24].

As operações de limpeza de um ciclo CIP devem ser realizadas de modo a que a produção não fique parada mais tempo do que o necessário. Este facto coloca alguma exigência na operação de limpeza pois tem de ser realizada no menor tempo possível e sem falhas mas garantindo a segurança do produto. Assim sendo, é importante desenvolver ferramentas e soluções para garantir uma limpeza eficiente e minimizar os tempos de inatividade produtiva. Inovações recentes nas tecnologias CIP permitiram

cortar custos de uma maneira amiga do ambiente mantendo-se em conformidade com as normas regulamentares de segurança [18, 19, 24].

6.1. Equipamento

O *design* do equipamento e das tubagens do sistema CIP são bastante importantes pois se não forem construídos de forma a possibilitar o contacto das soluções de limpeza com todas as superfícies que contactam com o produto, a limpeza fica comprometida. É importante referir que o material destes equipamentos e tubagens deve ser resistente ao produto que lá é concebido, à solução de limpeza, não pode ser tóxico, não deve ser poroso nem possuir fendas. Além disso, deve ser de fácil desmantelamento e as superfícies devem ser de fácil inspeção [8].

Hoje em dia já existem soluções para otimizar os equipamentos do sistema CIP, tendo sempre em conta as condições supracitadas, tais como:

1 - Substituição de *spray-balls* estacionárias por *spray-balls* rotacionais. As *spray-balls* estacionárias são utilizadas em situações onde a pressão é menor, as tarefas de limpeza são menos exigentes e a velocidade de fluxo é maior. Por sua vez, as *spray-balls* rotacionais são utilizadas em situações onde a pressão é grande mas a velocidade de fluxo é mais baixa. Cabe, portanto, aos operadores industriais perceber quais as características do seu sistema e verificar se estão a utilizar as *spray-balls* mais indicadas para o seu processo [8, 15, 25].



Figura 9 – Exemplos de *Spray-balls* estacionárias (esquerda) e *spray-balls* rotacionais (direita).

Na tabela seguinte estão esquematizadas algumas vantagens e desvantagens dos dois tipos de *spray-balls* abordados [15]:

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens das *spray-balls* estacionárias e rotacionais.

	<i>Spray-balls</i> estacionárias	<i>Spray-balls</i> rotacionais
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Não é necessária manutenção; - Sem partes móveis; - Fácil monitorização; -Necessárias bombas de menor potência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor consumo de água; - Melhor ação mecânica; - Melhor balanço; - Maiores distâncias de atuação.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Maior consumo de água; - Menor ação mecânica; - Tempos de limpeza maiores. 	<ul style="list-style-type: none"> -Necessárias bombas com maior potência; - Monitorização difícil; - Mais caras; - Exigem mais manutenção.

2 - Remoção de *dead-legs*, sempre que possível. Estes *dead-legs* são locais onde a água pode ficar estagnada e não é facilmente renovada durante a limpeza. As bactérias que se encontram nestas áreas ou em fendas, encontram-se protegidas da lavagem e da desinfecção fazendo com que estas se multipliquem e, eventualmente, criem biofilmes que podem recontaminar as tubagens bem como o produto que por elas passa. Os *dead-legs* podem diminuir a eficácia da limpeza e aumentar o tempo de enxaguamento devido à dificuldade existente na remoção dos produto e/ou reagentes destes locais [4, 15].

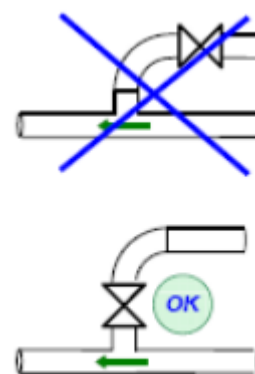


Figura 10- Exemplo da localização de *dead-legs*.

3 - Inserção de equipamentos de medição de pH, turbidez ou condutividade. Estes equipamentos podem ser utilizados para ajudar a determinar quando é que a etapa de enxaguamento do sistema CIP está completa minimizando, assim, o consumo de água [4].

4 - Garantir que existe uma capacidade de armazenamento suficiente para a água de enxaguamento e soluções de limpeza. Muitas vezes existe pouco espaço disponível para a recuperação de soluções e água resultantes de um ciclo de limpeza fazendo com que esta seja limitada [4].

5 - Colocação de filtros ou membranas nos tanques de recuperação de soluções de limpeza. Desta forma, elimina-se eventuais resíduos de produto que a solução possa ter, estendendo o seu tempo de vida.

6 – Instalação de sistemas “Pigging”. Este termo refere-se a um tampão flexível (*pig*) que é impulsionado ao longo da tubagem, arrastando o produto que está à sua frente. O *pig* é forçado através da tubagem usando ar comprimido, CO₂, azoto, água ou até mesmo o próprio produto. Este sistema requer tubos sem ângulos agudos ou



Figura 11 - Exemplos de pig utilizados nas Indústrias.

curvas de modo a mover-se com sucesso além de ser bloqueado por alguns tipos de válvulas apresentando assim algumas limitações. Tem como vantagens o facto de ser versátil e de empurrar o produto ao longo da tubagem sem este estar diluído para ser recapturado e reutilizado. É especialmente eficaz em produtos viscosos [4, 12].

7 – Desenvolvimento de uma mentalidade de conservação. A substituição de válvulas, mangueiras e outros acessórios quando não se encontram em utilização ou até mesmo o desmantelamento de tubagens que não estão em utilização auxiliam no aumento da eficiência do ciclo de limpeza.

6.2. Minimização do uso de químicos

Uma perceção que existe em todos os setores industriais é que quanto mais forte for a solução de limpeza, melhor. Contudo, isto nem sempre se aplica resultando muitas vezes na utilização de químicos em excesso. Assim sendo, existem algumas medidas que podem ser tomadas para maximizar a utilização de químicos como por exemplo:

1 - Automatização da dosagem correta de químico a aplicar no ciclo de limpeza.

A dosagem automática garante que é utilizada uma concentração consistente nos diferentes ciclos de limpeza [4].

2 - Monitorização regular da concentração dos químicos armazenados em tanques. Se for adicionada ao tanque sempre a mesma concentração de um determinado químico mas esta não é regularmente verificada, o químico pode acumular-se resultando na utilização de uma concentração mais elevada do que o

necessário. Para além disso, se os tanques de armazenamento não forem corretamente monitorizados, falhas nas válvulas passam despercebidas resultando numa sobredosagem [4].

- 3 – **Recuperação e reutilização de químicos.** Como já foi referido anteriormente, poderá recuperar-se os químicos utilizados num determinado ciclo de limpeza e armazená-los em tanques para utilizações posteriores. Para verificar se os químicos ainda são eficazes poder-se-á utilizar medidores de condutividade ou pH.
- 4 – **Alteração de químicos.** Novos químicos poderão ser experimentados ou a concentração dos químicos já utilizados poderá ser modificada de forma a verificar se a limpeza é mais eficaz desta forma [24].
- 5 – **Alteração do tempo de limpeza.** Aumentar ou diminuir o tempo de enxaguamento ou de utilização de químicos poderá resultar num aumento da eficiência da limpeza [24].
- 6 – **Maximização da eficácia dos químicos utilizados.** Podem ser adicionados à solução detergentes à base de enzimas para acelerar as reações químicas e, consequentemente, diminuir o tempo do ciclo de limpeza [24].

6.3. Minimização da utilização de água

Sendo a água um recurso natural cada vez mais escasso, a sua conservação e reutilização tem sido cada vez mais estudada e aplicada em toda a indústria. Contudo, é necessário estabelecer um balanço entre a reutilização da água e a sua qualidade. De seguida são enumeradas algumas opções para minimizar a sua utilização sem comprometer a sua qualidade:

- 1 – **Regulação da temperatura da água.** Aumentar a temperatura da água para reduzir o tempo de limpeza ou diminuí-la para diminuir o consumo de energia são opções a considerar para reduzir a utilização de água [24].
- 2 – **Utilizar mangueiras de alta pressão.** Esta opção é especialmente indicada para a limpeza dos tanques em detrimento de um sistema de enchimento e esvaziamento que, por vezes, não é eficaz pois não é capaz de remover toda a sujidade que se encontra nas paredes dos mesmos.

- 3 – **Otimização dos ciclos de limpeza.** Ao utilizar medidores de turbidez, pH, entre outros podemos determinar quando o enxaguamento foi eficaz e pode ser parado [4].
- 4 – **Reutilização da última água de enxaguamento.**
- 5 – **Utilização de água ozonizada.** Esta medida pode gerar poupanças a nível químico, de água, tempo e também de energia. A desinfecção com água ozonizada é bastante eficaz numa gama alargada de microrganismos além de ser seguro para o ambiente uma vez que o produto resultante da reação com a água é o oxigénio, não gerando resíduos químicos [11].



Figura 12 - Reação do ozono com água.

Já ocorreram estudos acerca da utilização da água ozonizada, inclusive um projeto denominado por “Ozone CIP Project” que se focou na redução do impacto ambiental das operações CIP utilizando ozono em diversas indústrias como a indústria cervejeira, a de laticínios e nas indústrias vinícolas [22].

6.4. Minimização da utilização de energia

Várias das alternativas supracitadas, nomeadamente a utilização de água ozonizada e a regulação da temperatura da água, auxiliam na redução da utilização de energia. Sabe-se que, para cada redução de 1 ° C na temperatura de um ciclo CIP haverá 1/60 de redução na energia necessária para aquecer o fluido [24].

Contudo, para além destas medidas, as indústrias podem avaliar diversas opções tais como a otimização de operações realizadas em equipamentos de grande consumo energético, a recuperação de energia térmica, explorar fontes alternativas de energia ou até mesmo optar pela cogeração de energia [26].

7. Contextualização empresarial

Após a abordagem realizada ao sistema CIP e aos diversos fatores que o podem influenciar é possível compreender que é uma boa opção apostar na melhoria e

sustentabilidade deste sistema uma vez que é uma mais-valia para o ambiente, para a empresa e para a sociedade que se adotem atitudes éticas e práticas que visem a rentabilidade económica da empresa sem agredir o meio ambiente e, por conseguinte, colaborar para o desenvolvimento da sociedade e sua consciencialização para esta temática.

Assim sendo, um dos principais objetivos deste período de estágio foi a melhoria do procedimento de limpeza e sanitização do sistema de enchimento de produto ativo na linha de gel de barbear. Como tal, foram estudadas algumas ações possíveis que poderiam ser úteis para este processo, nomeadamente:

- Prospeção de mercado de detergentes que possam ser adicionados durante a limpeza e teste dos mesmos em laboratório;
- Testes em linha de diferentes procedimentos do sistema CIP de forma a torna-lo mais sustentável;
- Inserção de um caudalímetro para controlo da quantidade de água gasta;
- Inserção de um turbidímetro para controlar a turbidez da água de lavagem;
- Utilização de um sistema de água ozonizada;
- Instalação de um tanque de recuperação da última água de enxaguamento.

Atualmente o sistema CIP implementado no processo de limpeza da unidade de enchimento da linha de gel de barbear é composto por 3 etapas: 1º CIP interno, CIP externo e 2º CIP interno. Toda a limpeza é feita recorrendo apenas a água onde a sanitização é atingida através da temperatura (80-85°C). A operação do sistema de limpeza nos ciclos de CIP interno é apenas baseada na inspeção visual e no ciclo de CIP externo no tempo (15 minutos). Não é recuperada e/ou reutilizada nenhuma água resultante da limpeza.

Materiais e métodos

Método para testar detergentes em laboratório

Com luvas de nitrilo calçadas, colocou-se num tubo de aço inoxidável com 4cm de diâmetro gel de barbear¹ e espalhou-se o mesmo ao longo do tubo. Colocou-se 100mL do detergente com a concentração pretendida à temperatura de 25°C. Posteriormente, fechou-se as extremidades do tubo e agitou-se de forma a replicar a

¹ O gel de barbear utilizado foi o considerado ser o mais difícil de remover das tubagens.

velocidade de fluxo durante, aproximadamente, 30 segundos. Seguidamente verteu-se o conteúdo do tubo para uma tina de retenção e verificou-se se ficaram resíduos de detergente no tubo. Posteriormente, e dentro da câmara de fluxo laminar, deixou-se a solução ao ar durante cerca de 20 minutos num frasco estéril de 120mL. Por último, com uma pipeta de Pasteur, plaqueou-se 1mL da solução para uma placa de Petri de 90mm e incubou-se a mesma com meio para contagem de microrganismos totais. Esta etapa realizou-se em duplicado. Todo este procedimento foi reproduzido à temperatura de 85°C e em todas as concentrações estudadas.

Nota: Para a reprodução do método a 85°C, colocou-se o detergente em análise num gobelé de 200mL e agitou-se o mesmo numa placa de aquecimento até atingir a temperatura pretendida.

Método para testar diferentes procedimentos em linha do sistema CIP

De forma a tornar o sistema CIP mais sustentável foram testadas em linha três procedimentos:

H1: Alterar o sequenciamento do processo iniciando o mesmo num CIP externo a 25°C, prosseguindo para um CIP interno a 25°C e repetir este ciclo a 85°C.

H2: Prolongar o tempo do 1º CIP interno;

H3: Introduzir um detergente no 1º CIP interno e no CIP externo, reduzindo a temperatura destes para 70°C.

Em todas as hipóteses em estudo foi utilizado o produto mais difícil de ser removido das tubagens e equipamentos e, sempre que possível, foi recolhida água de lavagem de 10 em 10 minutos, num copo estéril de 120mL, para determinar qual a variação da turbidez da água ao longo do tempo de funcionamento do sistema CIP nas diversas etapas. Foi verificada a temperatura do tanque de reserva de 2000L, do tanque de 150L, das bombas que impulsionam a água até às cabeças de enchimento de produto e a temperatura à saída dessas mesmas cabeças, com tiras medidoras de temperatura. Foi ainda controlado o tempo gasto em cada fase do processo bem como a quantidade de água utilizada em cada ciclo CIP.

As águas de lavagem finais do ciclo de limpeza foram analisadas através do método de filtração onde se pipetou 10 mL de água de lavagem em 90 mL de água estéril (diluição 1:10). Colocou-se um filtro de 0,45µm num meio para quantificação de

microrganismos heterotróficos em água potável previamente plaqueado e incubou-se durante 3 dias a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Nota: todas as limpezas efetuadas foram validadas microbiologicamente através de zaragatoas de ATP.

Resultados e discussão

Prospecção de mercado de detergentes e testes em laboratório

Foram testados 5 detergentes em laboratório a diferentes concentrações e a temperaturas de 25 e 85°C para compreender qual o seu comportamento em função destas variáveis, apenas sob o ponto de vista visual (Tabela 3).

Tabela 3 – Detergentes estudados a 25°C e a 85°C nas concentrações abaixo indicadas.

Detergente 1	Detergente 2	Detergente 3	Detergente 4	Detergente 5
[2%]	[3%]	[5%]	[5%]	[5%]
[1%]	[2%]	[4%]	[2%]	[2%]
[0,5%]	[1%]	[2%]	[1%]	[1%]
[0,1%]				
[0,05%]				

Na figura seguinte encontram-se alguns exemplos de detergentes que revelaram ser uma má opção para colocar na linha em questão.

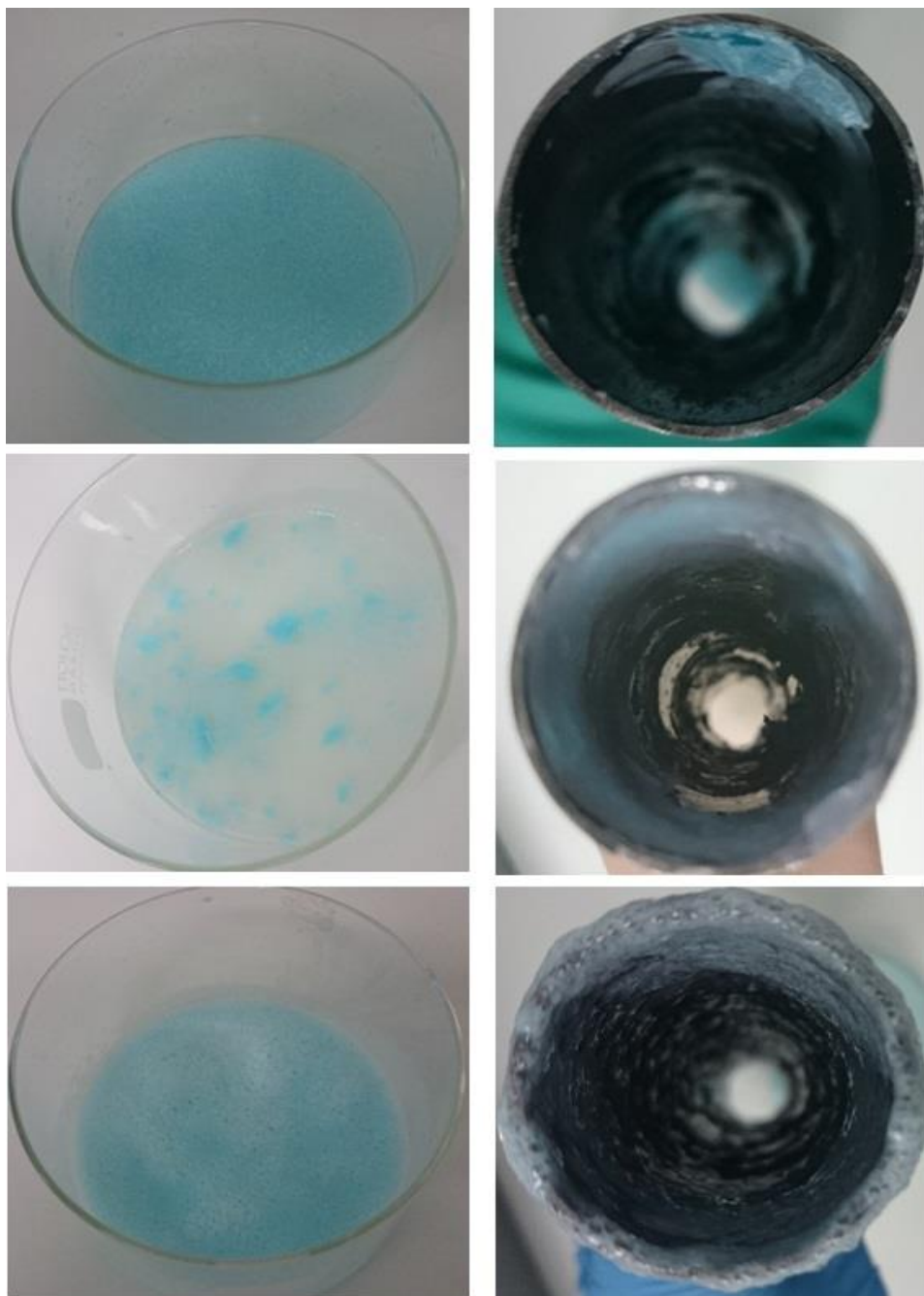


Figura 13 – Exemplos de detergentes excluídos através dos resultados visuais obtidos sob o gel de barbear em questão. Em cima encontram-se os resultados obtidos para o detergente 1, a 85°C com uma concentração de 1%; no meio os resultados do detergente 2, a 25°C com uma concentração de 3% e em baixo os resultados do detergente 5, a 85°C para uma concentração de 5%.

Pela análise da Figura 13 observa-se que, especialmente os detergentes 1 e 2, apresentam bastantes grumos resultantes da interação entre o detergente e o gel de barbear que poderão ser difíceis de remover de tubagens mais estreitas como por exemplo das cabeças de enchimento de produto. Por outro lado verifica-se que nestes

detergentes, as paredes do tubo de aço inoxidável utilizado se encontram com bastantes resíduos de gel o que demonstra que a sua remoção em linha poderá ser dificultada.

Relativamente ao detergente 5, observa-se que este forma bastante espuma algo que não é aconselhável uma vez que o gel em questão já forma bastante espuma por si só. Assim, o indicado seria um detergente com capacidade antiespumante.

Devido aos fatores supracitados, e tendo em conta que os detergentes em questão não têm um bom poder de atuação nas concentrações e temperaturas estudadas, optou-se por excluí-los da hipótese de utilizá-los em linha.

De todos os detergentes estudados os detergentes 3 e 4 foram aqueles que demonstraram um maior poder de atuação sobre o gel de barbear a 85°C com uma concentração de 5% e de 2%, respetivamente. Pela análise da Figura 14, verifica-se que ambos os detergentes não produzem grande quantidade de espuma o que é bastante favorável tendo em conta o produto analisado. Para além disso, consegue verificar-se pela análise do tubo de aço inoxidável que, apenas com uma agitação de 30 segundos, os resíduos de gel nas paredes do tubo são poucos. Tendo em conta que a turbulência da água em linha é superior àquela que é aplicada em laboratório, é de esperar que, em linha, estes resíduos sejam removidos com maior facilidade. Para além destes fatores verifica-se que a solução obtida após agitação não contém grumos o que também é um ponto a favor da aplicação em linha destes detergentes.

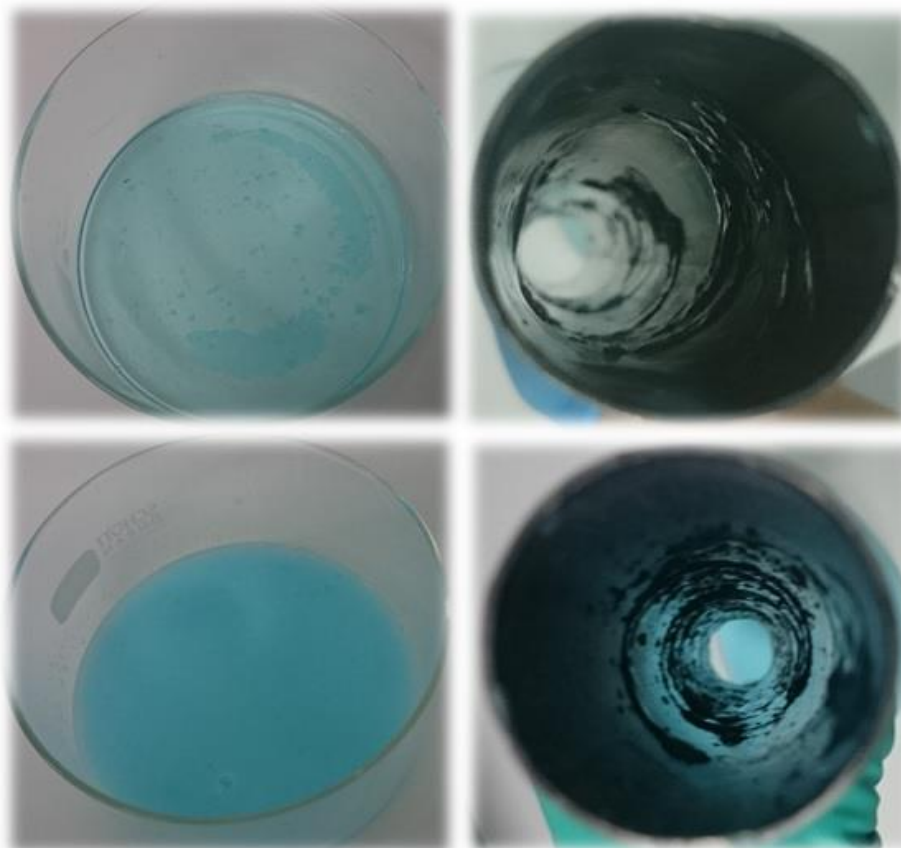


Figura 14- Detergentes com bom poder de atuação sobre o gel de barbear em questão. Em cima encontram-se os resultados obtidos para o detergente 3, a 85°C numa concentração de 5% e em baixo os resultados para o detergente 4, a 85°C numa concentração de 2%.

Contudo, apenas o detergente nº3 foi escolhido para ser testado em linha visto que, para além de ter um bom poder de atuação a 85°C, também o tinha a 25°C sobretudo a 5% (Figura 15). Para além destes fatores, foi um detergente formulado especialmente para a dissolução do gel de barbear enquanto os restantes eram detergentes já existentes no mercado utilizados principalmente no ramo alimentar. A ficha técnica de produto e a ficha de dados de segurança encontram-se nos anexos I e II, respetivamente.

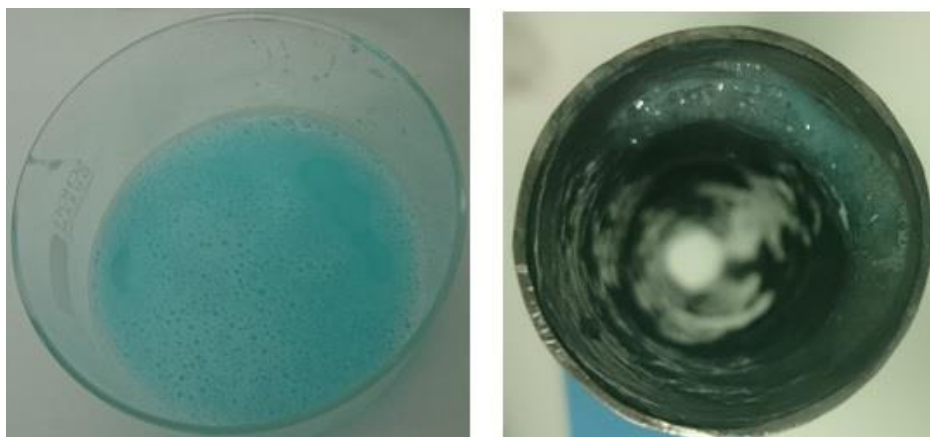


Figura 15 – Resultado visual obtido para o detergente 3 a uma temperatura de 25°C e a uma concentração de 5%.

Testes em linha de diferentes procedimentos do sistema CIP

Antes de se realizar qualquer tipo de alteração em linha foi necessário recolher alguns dados conforme o sistema CIP estava em vigor para que fosse possível ter um termo de comparação aquando a introdução de mudanças no mesmo. É de salientar que todas as hipóteses em estudo, assim como a avaliação do sistema CIP em vigor sem alteração, foram testadas três vezes nas mesmas condições para que pudessem ser validadas.

1. Turbidez e tempo total gasto por cada ciclo CIP

Tendo em conta o supracitado, na figura seguinte encontram-se os dados da turbidez obtida (em NTU) nas três recolhas efetuadas assim como a respetiva média das mesmas, sem que se tivesse feito nenhuma alteração no sistema CIP. As análises de turbidez foram realizadas no turbidímetro disponibilizado pelo laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

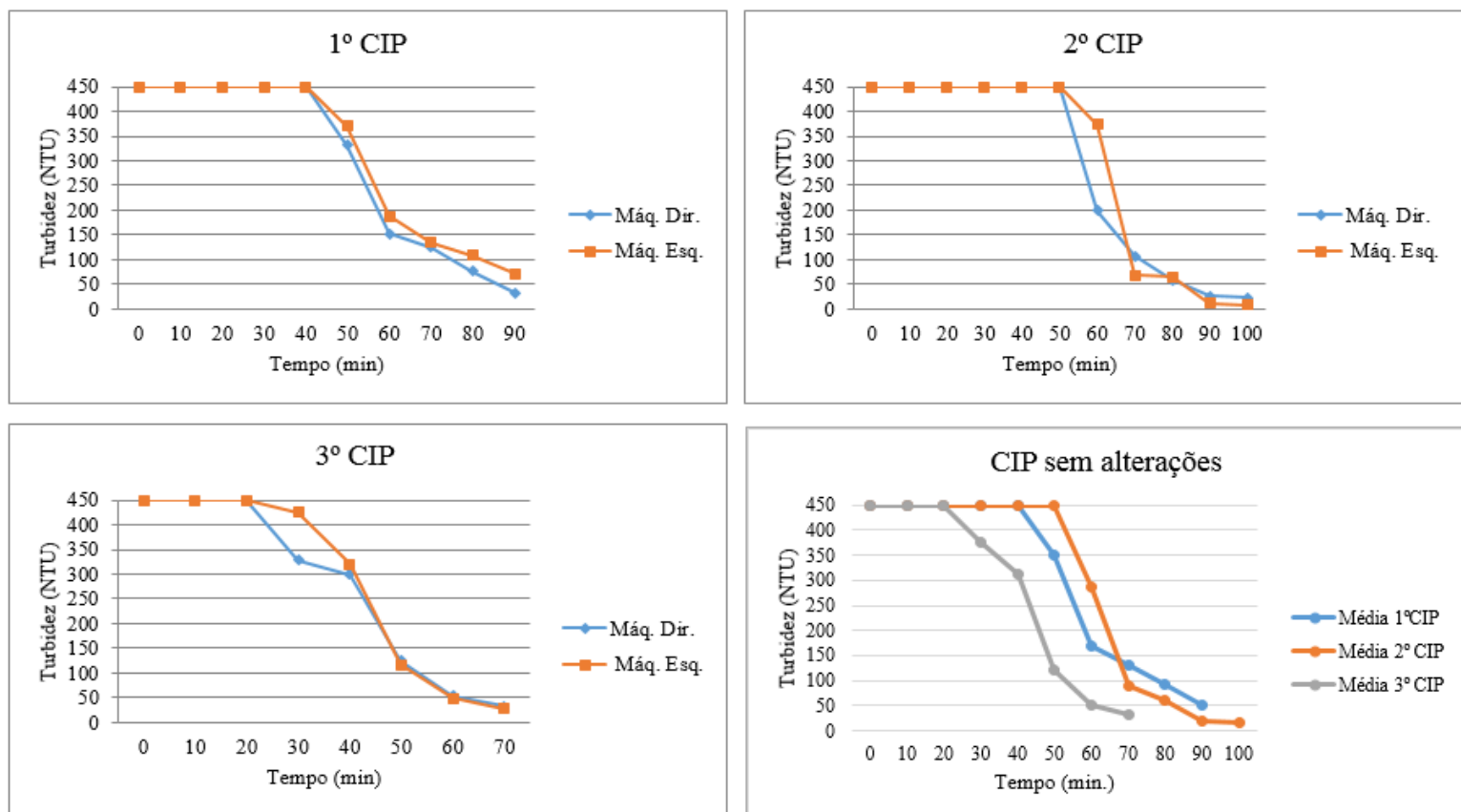


Figura 16 – Variação dos valores de turbidez nos três ciclos CIP sem alterações analisados e respetiva média (Gráfico inferior direito).

Pela análise da Figura 16, é possível observar que não existe uma consistência em termos de tempo despendido na realização de um ciclo CIP uma vez que em todos

os ciclos CIP estudados sem alterações, o tempo do mesmo é diferente variando entre os 70 e os 100 minutos. Isto pode ser justificado pelo facto de não ser sempre o mesmo supervisor de linha a realizar o ciclo CIP e, como tal, nem todos têm a mesma experiência e destreza na realização dos mesmos. Para além disso, também pode interferir nesta diferença de tempo o facto de os supervisores terem de realizar mudanças na linha para preparar a próxima produção de aerossóis o que implica uma maior atenção ao longo de toda a linha e não somente no sistema CIP. Todavia, o facto de utilizar sempre a mesma base de produto mas com diferentes variedades de perfume, cor e viscosidade poderá influenciar significativamente esta variação de tempo de cada ciclo CIP. Como tal, optou-se por realizar o estudo utilizando sempre o pior cenário possível isto é, o gel de barbear com remoção mais difícil.

Através desta figura também é possível verificar que, de uma forma geral, os valores finais de turbidez vão diminuindo até ao fim do ciclo onde os valores da mesma rondam os 30 NTU o que, segundo a Tabela 4 significa que estas águas de lavagem se encontram entre a categoria D e E.

De acordo com a Tabela 4, as águas com turbidez entre A e B que são as que se enquadram nos critérios da Organização Mundial de Saúde para águas de consumo sendo esta última a utilizada para efetuar a limpeza da linha [27]. Contudo, e tendo em conta que não é requisito da unidade de fabrico obter uma água com turbidez inferior a 5 NTU, considera-se que a limpeza da unidade de enchimento da linha está terminada quando se obtém água com uma turbidez entre as categorias C e D. Assim sendo, os valores de turbidez obtidos para a alternativa em vigor são aceitáveis.

Tabela 4 – Classificação das águas recolhidas do sistema CIP durante a limpeza e respetivas turbidez máxima e mínima associada a cada categoria. Adaptado de [2].

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	TURBIDEZ MÁXIMA	TURBIDEZ MÍNIMA
A	Água límpida e sem odor	2,05	0,38
B	Água límpida com ligeiro odor	5,4	0,45
C	Água com pouco produto e translúcida	10,9	5,94
D	Água com algum produto e translúcida	40,5	11,55
E	Água com algum produto e pouco translúcida	114	21,5
F	Água com produto e opaca	1391	59,5

Para além disso verifica-se que, de uma forma geral, na máquina de produto esquerda, os valores de turbidez são mais elevados quando comparado com a máquina da direita. Isto pode justificar-se pelo facto de ser a máquina que se encontra mais

próxima do depósito do produto além de ser aquela com maior quantidade de tubagem e, como tal, é aquela que despende mais tempo a escoar os resíduos do mesmo.

- Hipótese nº1 (H1):

Após se ter realizado os três ensaios onde não se alterou nada no ciclo CIP em vigor, realizaram-se mais três ensaios onde se iniciou o ciclo CIP pelo CIP externo. Esta hipótese foi estudada uma vez que em estudos anteriores se verificou que a turbidez da água de limpeza aumentava a seguir ao CIP externo [2]. Assim, esta hipótese serviu para testar se o gasto de água associado a um ciclo CIP diminuía se este iniciasse pelo CIP externo. Para além de se ter iniciado pelo CIP externo, diminuiu-se a temperatura do mesmo e do CIP interno seguinte para 25°C para confirmar se daí poderia advir alguma poupança energética. Os CIP externo e CIP interno posteriores foram realizados a 85°C para garantir a sanitização das tubagens e tanques da linha. Assim sendo na Figura 17 estão presentes os resultados da hipótese estudada (H1) e respetiva média.

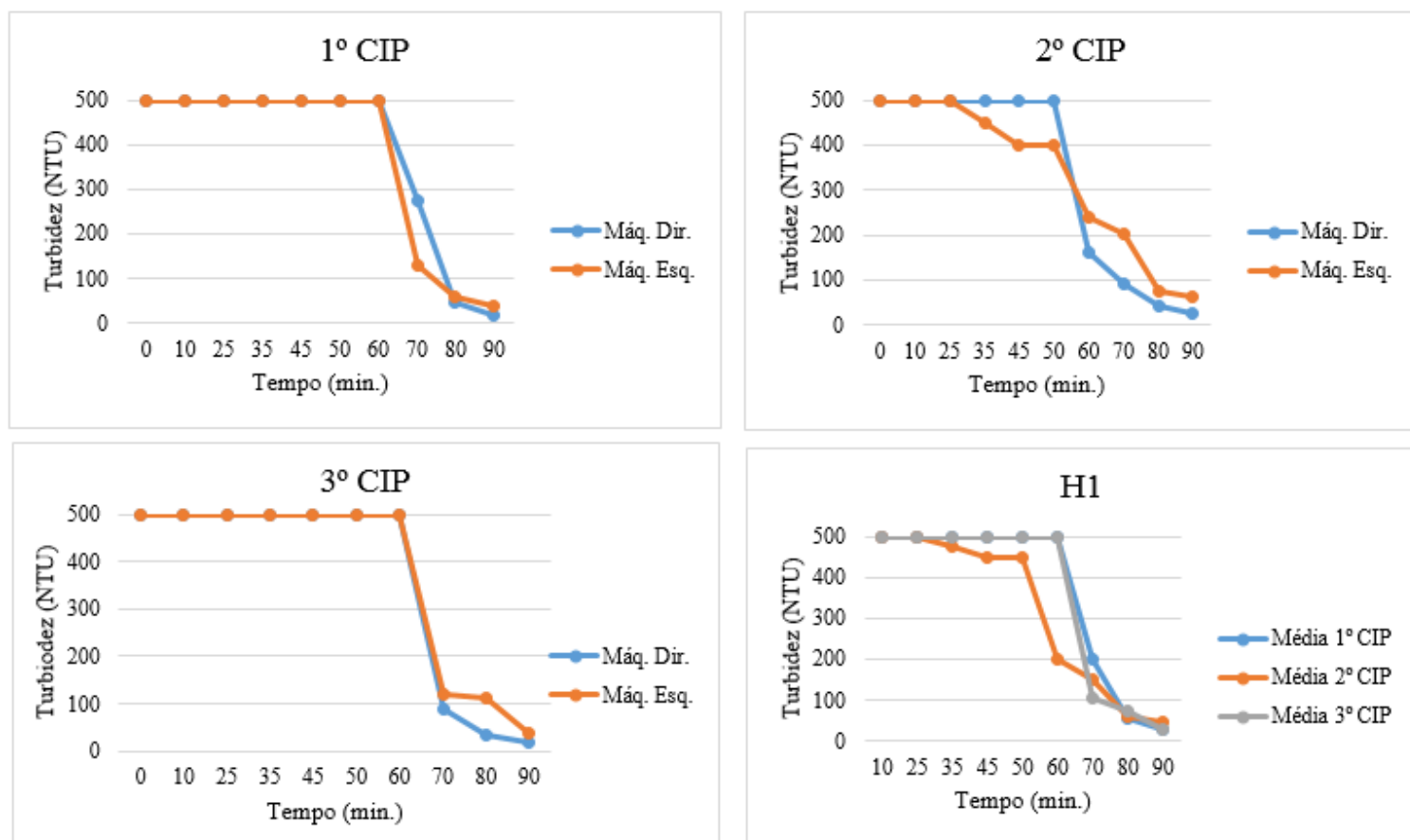


Figura 17 – Resultados dos testes da H1 e respetiva média (Gráfico inferior direito).

Através da Figura 17 verifica-se que, em geral, para terminar o ciclo CIP desta hipótese necessita-se de cerca de 90 minutos, o que não difere muito da média obtida do CIP sem alterações não se obtendo aí nenhuma vantagem. Para além disso,

observa-se que somente a partir dos 60 minutos (aproximadamente), que corresponde ao CIP interno realizado a 85°C, é que a turbidez da água de lavagem começa a diminuir atingindo em média os 30 NTU. Mais uma vez este resultado não difere do ciclo CIP atualmente em vigor estando, por conseguinte, dentro dos limites de aceitação de turbidez estabelecidos pela unidade de fabrico.

A vantagem mais direta que se obtém através da H1 é, então, a redução da temperatura da água nas primeiras duas etapas do ciclo CIP para 25°C pois não é necessário utilizar tanta energia e vapor de água para aquecer a mesma, reduzindo-se este fator para metade.

Apesar desta vantagem, verificou-se que a diminuição da temperatura para 25°C na H1 não auxiliou numa dissolução mais rápida dos resíduos de gel de barbear presentes nas tubagens e tanques da linha, pois obteve-se sempre amostras de água de lavagem na categoria F da Tabela 4.

- Hipótese nº2 (H2):

Após se ter testado a H1, a hipótese seguinte testada teve como base os resultados do terceiro CIP analisado sem alterações. Isto é, o objetivo da segunda hipótese em estudo (H2) foi perceber se, ao prolongar o 1º CIP interno do ciclo CIP, se conseguia diminuir o tempo total de um ciclo bem como a turbidez da água de lavagem final e a água despendida no mesmo. Todo o ciclo CIP da H2 foi realizado a 85°C. Na Figura 18 encontram-se os resultados obtidos.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

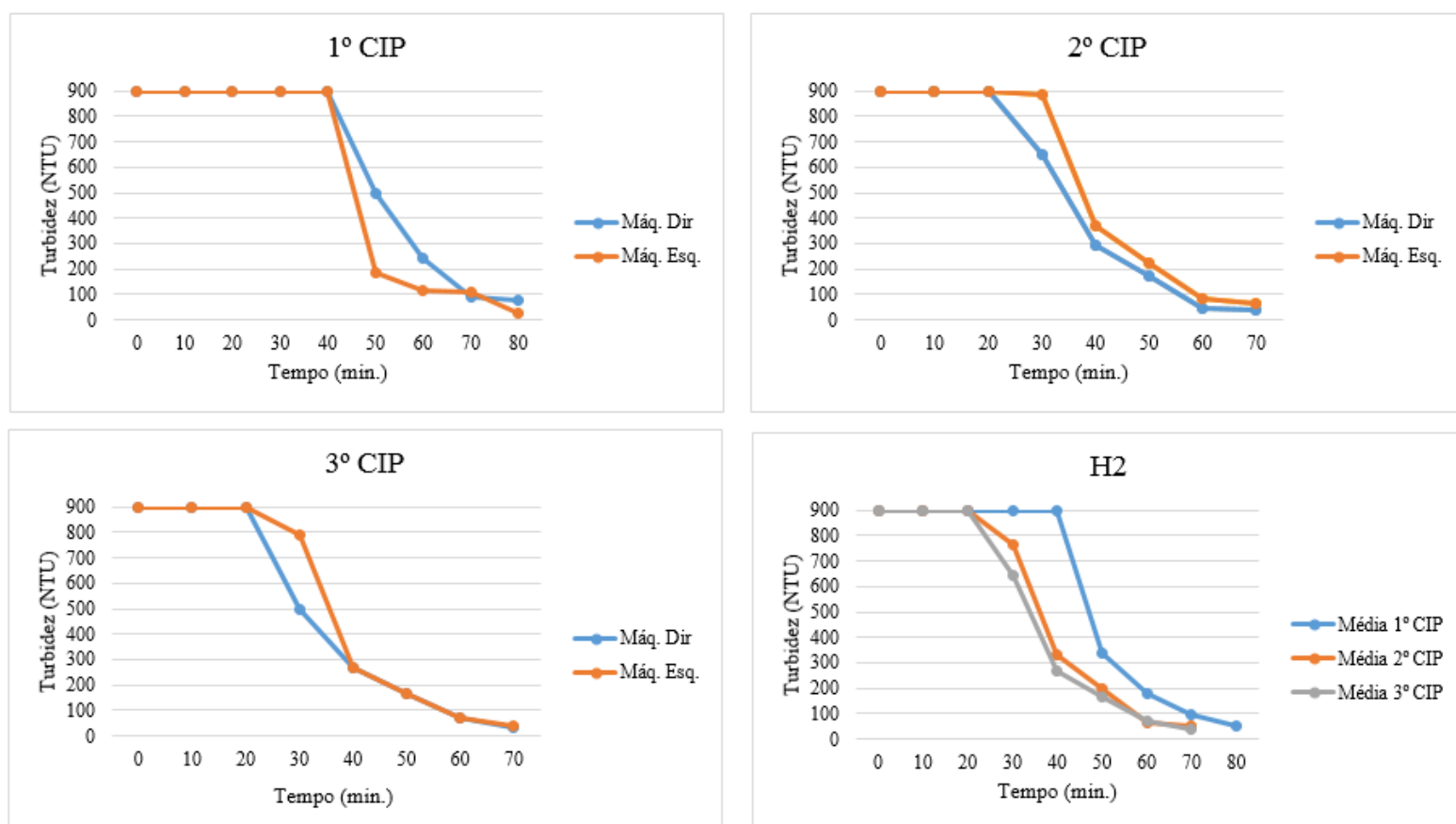


Figura 18 - Resultados dos testes da H2 e respetiva média (Gráfico inferior direito).

Tendo como base os resultados obtidos é perceptível que, com esta hipótese, se reduz o tempo do ciclo CIP para, aproximadamente, 70 minutos o que daí advém uma maior poupança de água, de energia e mais tempo disponível para produção, o que é bastante relevante. Ao prolongar-se a primeira etapa do ciclo, a água está a circular na tubagem de uma forma mais contínua o que permite o aquecimento dos tubos até cerca dos 85°C, inclusivamente nos pontos mortos existentes na tubagem o que, por sua vez, possibilita uma maior dissolução dos resíduos que aderiram às paredes da tubagem e, consequentemente, estes são escoados maioritariamente nesta etapa. O CIP externo auxilia na remoção dos resíduos dos tanques, tal como nas restantes hipóteses estudadas e o segundo CIP interno serve apenas para eliminar os resíduos de menores dimensões até se considerar que a água de lavagem se encontra boa para dar o ciclo CIP como terminado.

As desvantagens associadas a esta hipótese são então o facto de não se conseguir diminuir a temperatura de sanitização durante o ciclo CIP o que não possibilita uma maior poupança energética e o facto de, mais uma vez, não se conseguir diminuir a turbidez da água relativamente à opção atualmente em vigor.

- Hipótese nº3 (H3):

Por último, foi testada em linha a hipótese de ser adicionado um detergente para auxiliar a dissolução do gel e permitir que a limpeza seja mais rápida e eficaz. De acordo com a ficha de produto, recomenda-se que o detergente seja testado a uma concentração entre 2 a 5% e numa gama de temperatura que varia entre os 65 e os 80°C. Para verificar se a água de lavagem final ainda continha resíduos de detergente, utilizou-se o *pH meter GLP 21* em laboratório para verificar qual o pH da mesma. Na tabela seguinte encontram-se os resultados obtidos.

Tabela 5 – Amostragens realizadas para determinação do pH a partir do qual se considera que a água de lavagem se encontra isenta de detergente.

[Detergente]	Amostragem nº1	Amostragem nº2	Amostragem nº3	Média
0,5%	10,14	10,17	10,09	10,13
0,1%	9,91	9,48	9,75	9,71
0,05%	9,24	9,03	9,05	9,11
0,01%	8,32	7,03	7,65	7,67
0,005%	7,02	6,76	6,87	6,88
0,001%	6,82	6,74	6,67	6,74
Branco	6,75	6,72	6,65	6,71

Pela análise da Tabela 5, é possível observar que a partir de uma concentração de 0,005%, o pH do detergente se encontra bastante próximo da água que é utilizada para realizar o ciclo CIP. Contudo, e como não se pode determinar qual a gama de pH a partir da qual se considera que esta está ausente de detergente a partir de uma base empírica, foi verificar-se a partir de que concentração de detergente é que existe uma diferença estatisticamente significativa com o “Branco”. Assim sendo, a figura seguinte traduz os resultados obtidos:

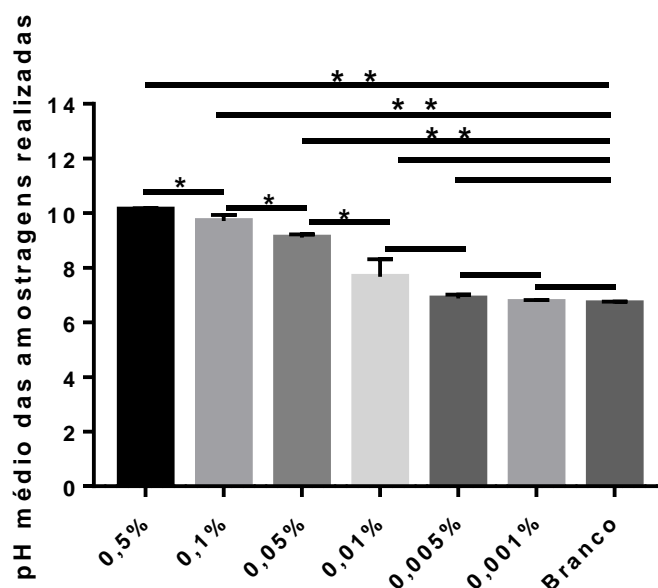


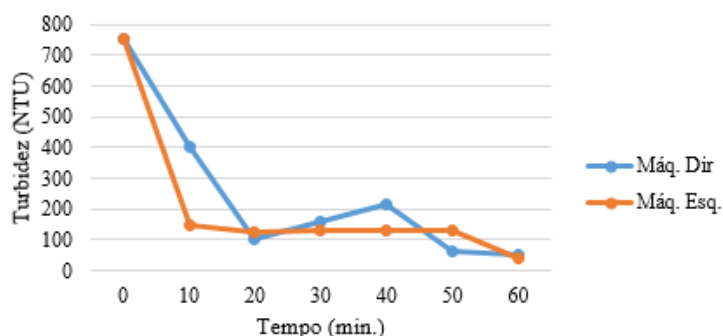
Figura 19 – Comparação entre as médias dos valores de pH obtidos (e respetivo desvio-padrão) de todas as amostragens efetuadas, nas diferentes concentrações analisadas. Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1 = \mu_2$; $H_1 \mu_1 \neq \mu_2$, * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$, $n=3$).

Tendo como base o gráfico obtido, observa-se que a diferença entre os valores de pH obtidos para uma concentração de detergente de 0,01% não são estatisticamente significativos quando comparados com o “Branco”. Como tal pode considerar-se que a partir do pH obtido para esta concentração, e sendo esta já uma concentração bastante reduzida, a água de lavagem se encontra sem detergente e, consequentemente, o ciclo CIP pode ser dado como terminado quando o pH ronda os 7,68. Para que haja alguma margem de segurança e para que seja um intervalo memorizável, considerou-se que o ciclo CIP pode ser findado quando a gama de pH se encontra abaixo dos 7,5.

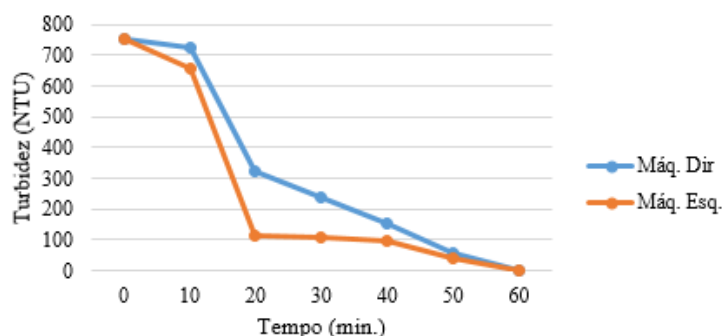
Já em linha, testou-se primeiramente o detergente com uma concentração de 5% e a temperatura do 1º CIP interno e do CIP externo diminuiu-se para os 70°C. A temperatura do 2º CIP interno manteve-se a 85°C para assegurar a correta sanitização dos equipamentos e não se adicionou detergente nesta etapa para permitir o escoamento de todo o detergente que estava nas tubagens e equipamentos. Apesar dos resultados obtidos terem sido bastante satisfatórios, verificou-se que a concentração utilizada era demasiado elevada uma vez que era necessário bastante tempo até se garantir que não havia resíduos de detergente na linha. Como tal, retificou-se a concentração do mesmo para os 2% e os resultados obtidos encontram-se na figura seguinte.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

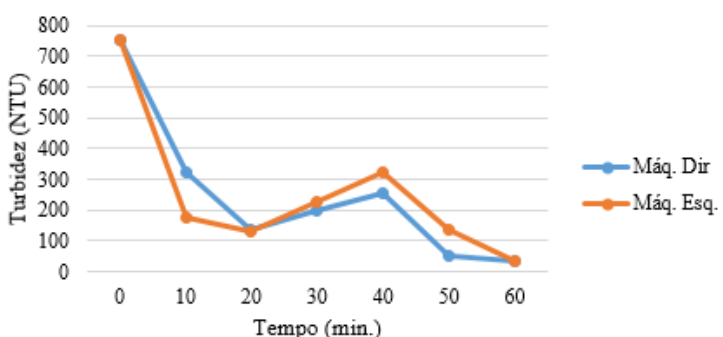
1º CIP



2º CIP



3º CIP



H3

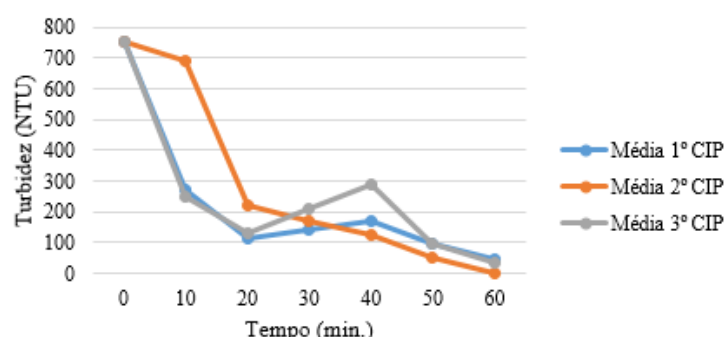


Figura 20 – Resultados dos testes da H3 e respetiva média (Gráfico inferior direito).

Pela análise da Figura 20 observa-se que o detergente foi bastante eficaz na diminuição da turbidez da água. Isto deve-se ao facto da mistura de componentes presentes no detergente (que inclui [1] 2-butoxietanol, éter monobutílico do etilenoglicol, [1] 2-aminoetanol, etanolamina e [1] 2-(2-butoxiétoxi)etanol) combinar-se com os componentes presentes no gel de barbear e ajudam à sua dissolução (ver 3.2 do Anexo II). Para além disso verifica-se que após a etapa do CIP externo (aos 40 minutos aproximadamente) há um ligeiro aumento da turbidez mas rapidamente esta desce para níveis aceitáveis enquadrando-se estes valores no final do ciclo de limpeza, na categoria D na Tabela 4, tal como as restantes hipóteses estudadas. De qualquer forma, seria vantajoso estudar a hipótese de prolongar um pouco o 1º CIP interno de forma a verificar este aumento de turbidez após o CIP externo não ocorre.

De todas as hipóteses estudadas, esta foi a que reduziu em maior quantidade o tempo de um ciclo CIP em aproximadamente 30 minutos, o que é excelente quer a nível de poupança de água quer a nível de disponibilidade de linha. Aliado a este fator está ainda a descida



Figura 21 – Águas de lavagem do detergente testado em linha.

da temperatura nas duas primeiras etapas do processo que contribuem para uma maior poupança de recursos energéticos sendo, por conseguinte, uma alternativa de limpeza mais eficaz e eficiente sob o ponto de vista ambiental.

2. Análise microbiológica de águas de lavagem e zaragatoas de ATP

Para além de se verificar a turbidez da água, analisou-se ainda os resultados obtidos na análise microbiológica das águas de limpeza e zaragatoas de ATP recolhidas em todos os ciclos de lavagem realizados de forma a assegurar que a sanitização foi conseguida de forma consistente nos diversos ciclos e em todas as hipóteses estudadas.

A Figura 22 apresenta os resultados obtidos na análise microbiológica às águas de lavagem e a Figura 23 os valores obtidos na realização das zaragatoas de ATP.

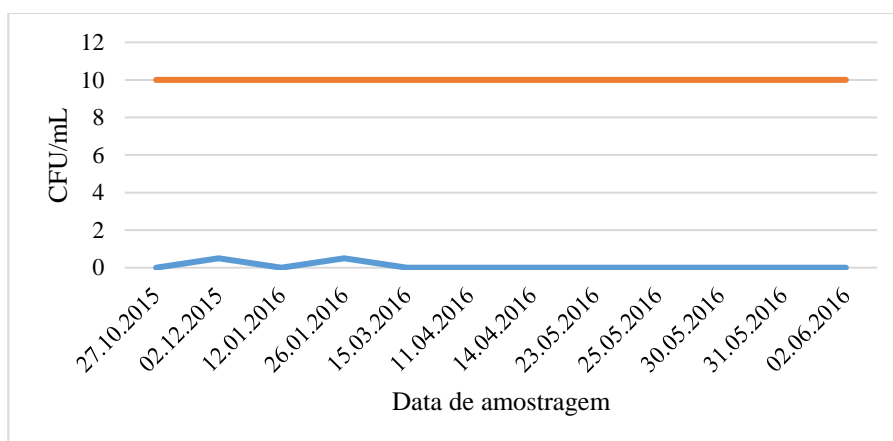


Figura 22 – Resultados da análise microbiológica da água de lavagem recolhida nas limpezas na linha de gel de barbear. As três primeiras datas de amostragem correspondem ao ciclo CIP sem alteração, as três seguintes à H1, as três amostragens posteriores à H2 e as três últimas amostragens à H3. A Azul estão indicados os resultados e a laranja a especificação.

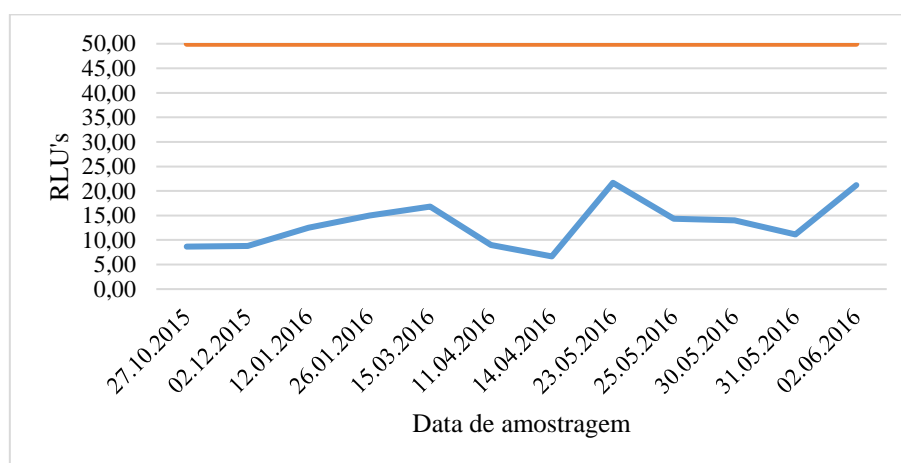


Figura 23 - Resultados das zaragatoas de ATP (em RLU) recolhidas nas limpezas na linha de gel de barbear. As três primeiras datas de amostragem correspondem ao ciclo CIP sem alteração, as três seguintes à H1, as três amostragens posteriores à H2 e as três últimas amostragens à H3. A Azul estão indicados os resultados e a laranja a especificação.

Analisando os resultados obtidos na análise microbiológica das águas de lavagem e zaragatoas recolhidas nos ciclos de limpeza efetuados (Fig. 22 e Fig. 23) é possível verificar que os resultados nunca se encontram fora de especificação pelo que se pode afirmar que o sistema CIP, em todas as alternativas testadas, foi validado tanto sob o ponto de vista de limpeza como microbiológico. Para além disso, é possível verificar que o resultado das zaragatoas recolhidas nunca foi superior a 25 RLU, que corresponde a metade do valor da especificação sendo, portanto, um valor bastante expressivo da correta sanitização do sistema.

3. Benefícios ambientais e económicos de todas as alternativas em estudo

Paralelamente à análise de turbidez, ao tempo total gasto em cada ciclo de limpeza em todas as hipóteses estudadas e à análise microbiológica das últimas águas de lavagem e das cabeças de enchimento, foi também controlado o tempo gasto em cada etapa (em minutos) bem como a quantidade de água gasta em cada ciclo de limpeza efetuado (em m³). Como tal, na figura seguinte encontram-se descritos os valores obtidos para todas as hipóteses estudadas e também para o ciclo CIP sem nenhuma alteração efetuada.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

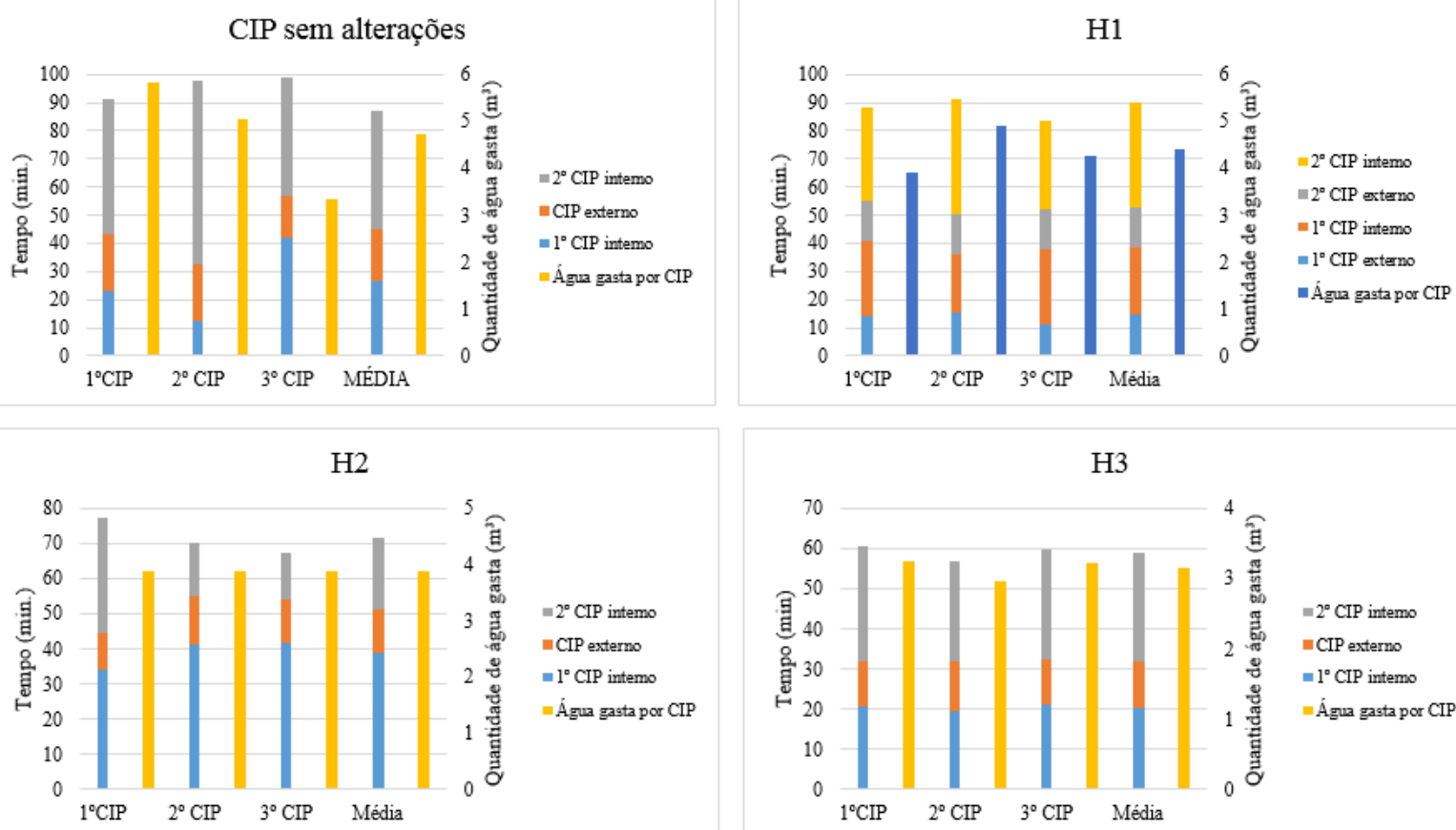


Figura 24 – Tempo gasto em cada etapa de um ciclo CIP em todos os ensaios de todas as hipóteses estudadas e respetiva quantidade de água gasta (em m³).

Tendo em conta a Figura 24 verifica-se que, sem realizar nenhuma alteração ao ciclo CIP, em média, gasta-se cerca de 4,74 m³ de água e demora cerca de 90 minutos. A etapa que ocupa mais tempo de um ciclo CIP é o 2º CIP interno que dura cerca de 42 minutos sendo, portanto, a etapa onde mais água se gasta. Por outro lado observa-se que, no gráfico que representa o ciclo CIP sem alterações, o ciclo CIP onde o tempo do 1º CIP interno foi maior foi também onde se dispensou menos água (cerca de 3,5m³).

Por outro lado e analisando o gráfico que apresenta a primeira hipótese em estudo observa-se que, em média, o tempo gasto na realização de um ciclo CIP é semelhante ao tempo que se gasta sem realizar alterações ao ciclo CIP. Apenas a quantidade de água é ligeiramente inferior obtendo-se uma redução de cerca de 7% da água despendida. Deve-se também ter em conta que nesta hipótese, a temperatura da água de metade do ciclo CIP foi reduzida em 60°C (menos 71%) o que diminui bastante o consumo energético da mesma quando comparado com o ciclo CIP sem alterações, tornando-a numa alternativa mais sustentável.

Relativamente ao gráfico que representa a segunda hipótese em estudo pode afirmar-se que este corrobora os resultados obtidos no terceiro CIP sem alterações uma

vez que ao prolongar o tempo do 1º CIP interno reduz-se quer na quantidade de água utilizada quer no tempo total de um ciclo de limpeza. Quando comparado com o gráfico que representa o ciclo CIP sem alterações verifica-se que esta hipótese se traduz numa redução temporal de 18% e numa redução da quantidade de água também de cerca de 18%. Por conseguinte, pode afirmar-se que esta hipótese é bastante mais sustentável do que aquela atualmente em vigor bem como a H1, reduzindo-se quer no tempo de cada ciclo quer na quantidade de água aumentando ainda o tempo de linha disponível. Esta hipótese apenas tem a desvantagem de não ser possível uma redução da temperatura da água.

Por último, observando o gráfico que apresenta os resultados obtidos para a terceira hipótese verifica-se que os resultados são bastante animadores uma vez que a quantidade de água gasta é substancialmente inferior quando comparado com o gráfico que contém os resultados para o ciclo CIP sem alterações mas sobretudo o tempo despendido em cada ciclo CIP é bastante inferior quando comparado com os resultados acima indicados. Quanto à quantidade de água, esta reduziu de cerca de 4,74m³ de água gastos para cerca de 3,14m³ o que se traduz num percentual de ~34%. Relativamente ao tempo do ciclo CIP este passou de cerca de 90 minutos para cerca de 60 minutos o que se traduz numa redução de ~33%, o que é excelente e está diretamente associado ao aumento do tempo de disponibilidade da linha. Aliado a estes resultados foi possível ainda diminuir a temperatura das duas primeiras etapas de 85°C para 70°C (menos 17%) tornando esta hipótese ainda mais sustentável quer do ponto de vista de poupança dos recursos naturais quer em termos de poupança económica que todas as outras opções apresentadas. A única desvantagem associada a esta alternativa é, então, o custo do detergente. Contudo, este custo é claramente compensado pelos benefícios associados à sua utilização.

Por forma a traduzir os resultados obtidos em valores monetários e verificar onde ocorreu uma maior poupança de recursos quer ambientais quer económicos foi realizada uma análise para entender qual *cost-saving* de todas as alternativas testadas (em relação ao CIP sem alterações) e que inclui: o número de pessoas médio em linha e respetivo custo, custo de manutenção da linha por hora (que inclui eletricidade, gás, mão de obra direta e indireta e materiais de escritório, entre outros fatores), o custo de água por m³, o custo de destruição de resíduos de purgas de gel de barbear (por tonelada de resíduo) e o custo do detergente (~3€/Kg).

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 6 – Estudo de cost-saving para todas as alternativas estudadas (em comparação com a hipótese em vigor).

	H1	H2	H3
Custo médio de operadores (nº de pessoas * custo por pessoa)	+0,83€	-6.60€	-11,55€
Custo de manutenção de linha	+ 10,00 €	-80,00€	-140,00€
Custo médio da água	- 1,28€	-2,97€	-5,54€
Custo de destruição	+ 8,00€	+24,00€	-64,00€
Custo do detergente	Não aplicável	Não aplicável	+120,00€
Total	+17,55€	-65,57€	-101,09€
Cost-saving (em %)	+ 2,53%	- 9,47%	-14,59%

Através da análise da Tabela 6 é possível verificar que a H1 testada demonstrou que, apesar de haver uma ligeira poupança de água, do ponto de vista económico revela ser uma alternativa mais dispendiosa pois o custo de destruição dos resíduos, o custo médio dos operadores e o custo de manutenção de linha são superiores à alternativa em vigor. Contudo, esta alternativa não deverá ser excluída pois é mais sustentável ambientalmente uma vez que reduz o consumo energético e o consumo de água, quando comparada com a alternativa em vigor.

Por outro lado, verifica-se que a H2 apresenta 9,5% de *cost-saving* relativamente à opção em vigor. Este *cost-saving* advém, maioritariamente, da diminuição dos custos associados aos operadores, à manutenção da linha e ao custo médio da água. Em contrapartida, a quantidade de resíduos a destruir é superior a H1 e que a alternativa em vigor logo, o custo aumenta. Contudo, e uma vez que acarreta benefícios ambientais, deve ser tida em conta tal como a H1.

Por último, relativamente à H3, esta revelou ser aquela de onde advém um *cost-saving* de 15% do custo em cada ciclo CIP. Esta alternativa diminui os custos associados à manutenção da linha, aos operários, à quantidade de água consumida e ainda aos custos de destruição de resíduos que diminuem cerca de 32% relativamente à alternativa em vigor. Consequentemente, a H3 revela ser a alternativa que mais benefícios traz neste parâmetro analisado quando comparado com as restantes alternativas. Acarreta, no entanto, a desvantagem de incluir o preço do detergente mas, mesmo assim, consegue ser a alternativa mais rentável sob o ponto de vista económico.

Em termos ambientais, verifica-se que a H1 traz alguns benefícios nomeadamente, diminuindo o consumo de energia durante metade do ciclo CIP e

diminuindo o consumo de água. Contudo, o fato de demorar o mesmo tempo que a alternativa em vigor e uma vez que as restantes alternativas demonstram ser mais sustentáveis, pode afirmar-se que esta não é a melhor alternativa para melhorar a limpeza da unidade de enchimento da linha de gel de barbear. A H2, por sua vez, conduz a uma maior sustentabilidade ambiental que a H1 sobretudo no que toca à menor carga de resíduos gerada, quantidade de água gasta e tempo despendido em cada ciclo CIP (logo reduz também o consumo energético). Como tal, esta é uma alternativa que traz inúmeras vantagens na melhoria do sistema CIP da linha em análise. Apesar disso, a H3 demonstrou ser melhor opção a nível de sustentabilidade ambiental pois reduz o tempo de um ciclo CIP em 33%, a quantidade de água consumida diminui 34% e o consumo energético direto diminui 17%. Para além destes fatores, é necessário ter em conta que esta alternativa, em detrimento das restantes, reduz o volume de resíduo a tratar em cada ciclo de limpeza (quando comparado com a alternativa em vigor). Consequentemente, esta é a alternativa mais apropriada para implementar em linha.

De forma a perceber qual a poupança anual da H3, verificou-se o número de ciclos CIP realizados no ano de 2015 e o volume de unidades produzidas. Assumindo a mesma quantidade por ordem de produção em 2015 e 2016 e tendo em conta o *budget* de 2016, estimou-se que o número de ciclo CIP em 2016 será de 56.

Número de ciclos CIP de gel de barbear em 2015: 67

Número de unidades produzidas em 2015: X

Número de unidades em *budget* para 2016: Y

Número estimado de ciclos CIP de gel de barbear em 2016: Z

$$67 \text{ -----} X$$

$$Z \text{ -----} Y$$

$$\Leftrightarrow Z = (67 + Y) / X \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Z = 56$$

(*Cost-saving* H3) * (nº ciclos CIP estimados para 2016)

$$(101,09 \text{ €}) * (56) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5661,04 \text{ €}$$

É possível verificar que a H3 traduz-se numa poupança anual de 5661,04€. Esta poupança poderá auxiliar no investimento necessário para a implementação da H3, pois existe necessidade de adquirir caudalímetros, um sensor de pH, uma bomba doseadora de detergente para a linha, um tanque de *stock* do detergente ou até mesmo um tanque de recuperação da última água de lavagem que poderá ser utilizada para outros fins.

Outras ações estudadas

Apesar das duas ações supracitadas terem sido aquelas onde foi realizado um estudo mais aprofundado, as restantes ações enumeradas na contextualização empresarial também foram estudadas pois podem contribuir para uma maior automação do sistema CIP e para uma maior sustentabilidade ambiental.

Tendo em conta que uma das maiores dificuldades encontradas ao longo do estágio foi a quantificação da água consumida em cada ciclo CIP (pois esta tinha de ser feita fisicamente), a instalação de caudalímetros em linha é uma ação viável tendo em conta que um dos principais objetivos para melhorar a sustentabilidade do sistema é saber, com precisão, qual quantidade de água despendida em cada ciclo CIP. Como tal, a instalação de dois caudalímetros em linha, um à entrada e outro à saída do tanque de 2000L, já está em implementação pois vai de encontro ao que a unidade fabril pretende a nível de sustentabilidade ambiental.

Relativamente ao turbidímetro, que tem como função automatizar a paragem do sistema CIP e, em colaboração com o departamento de engenharia da unidade fabril, chegou-se à conclusão que a opção mais adequada para instalar em linha seria um turbidímetro central a partir do qual saísse uma ramificação para cada uma das cabeças de enchimento de produto. Contudo, e uma vez que a H3 demonstrou ser a mais rentável económica e ambientalmente, fará mais sentido incluir em linha não um turbidímetro mas sim um sensor de pH para ser mais fácil para os operadores indicarem o ciclo CIP como concluído quando a água de lavagem atingir um pH inferior a 7,5. Este sensor de pH permitirá ainda libertar os operadores para que estes realizem outras tarefas para além da vigilância subjacente à limpeza da linha.

Analogamente, chegou-se à conclusão que a introdução de água ozonizada na linha de gel de barbear em estudo não seria uma boa opção uma vez que a linha não se encontra preparada para albergar esta hipótese para além de requerer um grande investimento por parte da empresa. Para além disso, esta opção é mais direcionada para um sistema CIP centralizado e não apenas para uma única linha de produção.

Por último, a instalação de um tanque de recuperação da última água de enxaguamento é uma ação que necessita de mais estudos, nomeadamente quando a automação da linha estiver mais avançada. Aliada à H3, poderá ser implementada no sistema CIP em questão tornando-o numa alternativa ainda mais sustentável. Nestes estudos posteriores também deverá ter-se em conta a necessidade de instalar turbidímetros no tanque de recuperação para verificar qual a turvação da água que não afeta/prolonga o ciclo CIP seguinte e para verificar quais os mecanismos necessários

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

para segregar os resíduos da água dos de detergente, reutilizando este último. Caso esta ação seja implementada, prevê-se reduzir quer o consumo de água quer a quantidade de detergente gasto o que é ótimo pois auxilia um dos principais objetivos da unidade fabril: a sustentabilidade ambiental.

Melhorias para o futuro

Com base nos resultados obtidos são sugeridas algumas ações de melhoria, nomeadamente:

1. Deverá criar-se um *standard*, procedimentar e formar os operadores para apenas aquecer o tanque de 2000L 30 minutos antes de realizarem um ciclo CIP tendo em conta que, na maioria das vezes, este tanque encontra-se em constante aquecimento o que se traduz num consumo energético bastante elevado. Isto não é aconselhável quando se está a tentar reduzir o consumo de recursos naturais no sistema de limpeza da linha. Como este fator depende dos colaboradores, propõe-se a automação do sistema.
2. Estudar a possibilidade de prolongar o 1ºCIP interno da H2 e verificar se esta traz alguma vantagem relativamente à H3;
3. Investir na aquisição de uma bomba doseadora de detergente para a linha, na aquisição de um tanque de *stock* do detergente e/ou na aquisição de um tanque de recuperação da última água de lavagem que poderá ser utilizada para outros fins;
4. Utilizar a água recuperada para entrar no 1ºCIP interno do ciclo de limpeza seguinte;
5. Inserir em linha um sensor de pH.
6. Caso se decida pela recuperação da última água de enxaguamento, adquirir turbidímetros para o tanque de recuperação bem como analisar quais os mecanismos necessários para a segregação da água dos resíduos de detergente que esta contém.

É de salientar que todas as propostas aqui apresentadas resultaram de um estudo exaustivo do sistema CIP e dos resultados que daí advieram. Todas estas propostas podem ser utilizadas na área de cosmética, farmacêutica bem como na área alimentar. Têm como principal objetivo tornar o sistema CIP num processo ainda mais sustentável quer do ponto de vista ambiental quer do ponto de vista económico.

Conclusão

A primeira parte deste relatório incide na melhoria de um sistema CIP, que é um processo amplamente utilizado nas indústrias de cosmética, farmacêutica e alimentar para a realização da limpeza de circuitos e equipamentos fechados e no qual estas investem cada vez mais por ser um processo eficaz e bastante sustentável do ponto de vista ambiental, que pode trazer ganhos significativos para as mesmas.

Foram abordadas diversas ações de forma a compreender quais seriam as mais viáveis para colocar na linha de gel de barbear em questão. Assim sendo algumas opções foram excluídas tal como a utilização de água ozonizada mas outras foram aceites tais como a instalação de caudalímetros e sensores de pH na unidade de enchimento da linha bem como a inserção de um detergente aquando a realização de uma limpeza.

Testou-se em linhas três procedimentos para melhorar o sistema CIP: uma alterando a sequência do ciclo CIP, outra prolongando a primeira etapa do ciclo CIP e a última adicionando um detergente ao mesmo. A última alternativa, em comparação com as restantes opções estudadas, revelou ser a que mais benefícios traz uma vez que com esta alternativa poupa-se cerca de 34% de água, reduz-se o tempo de um ciclo em 33%, reduz-se o custo de destruição dos resíduos de gel de barbear em 32%, diminui-se o consumo energético em 17% e destacou-se ainda por trazer benefícios económicos gerando uma poupança de cerca de 15% em cada limpeza realizada. Como tal, esta alternativa demonstrou ser bastante amiga do ambiente reduzindo-se na quantidade de água e energia consumida e também muito boa para a unidade fabril uma vez que reduz o tempo de *set-up*. Por conseguinte, esta hipótese irá ser implementada num futuro próximo.

É de salientar que, apesar das hipóteses testadas terem sido as supracitadas, cabe a cada indústria em particular entender quais são as necessidades do seu processo CIP e quais as medidas que podem implementar para que este processo seja melhorado, garantindo a qualidade do produto e indo de encontro às expectativas do consumidor final.

Parte II – Estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Contextualização teórica

As embalagens podem ser encontradas na natureza com diferentes formas de estruturas de proteção, como por exemplo a casca de um ovo ou de uma noz. Porém, hoje em dia encontra-se disseminada a forma de embalamento produzida pelo Homem que foi evoluindo ao longo dos tempos [28].

Utilizadas em diversos sectores industriais as embalagens tornaram-se num objeto essencial e com uma procura crescente em todo o mundo [29]. O setor da embalagem representa cerca de 2% do PIB nos países desenvolvidos e cerca de metade das embalagens fabricadas são utilizadas no sector alimentar. Sem a embalagem, a manipulação dos produtos seria bastante dificultada e ineficiente [30].

De acordo com a Diretiva 94/62/CE de Dezembro de 1994, pode definir-se o conceito de embalagem como “ *todos os produtos feitos de quaisquer materiais, seja qual for a sua natureza, utilizados para conter, proteger, movimentar, entregar e apresentar mercadorias, desde as matérias-primas até aos produtos transformados, e desde o produtor até ao utilizador ou consumidor.*”[31].

Por sua vez, o conceito de “segurança alimentar” é definido segundo o *Codex Alimentarius* como “*a garantia de que os alimentos não apresentam perigo para o consumidor quando são preparados e/ou consumidos de acordo com o uso para o qual foram destinados.*”[32].

A questão da embalagem na segurança alimentar pode ser abordada sob duas perspetivas diferentes: por um lado, a embalagem não deve ser uma fonte de perigos para a segurança e qualidade do produto; por outro lado, deve conferir proteção e conservação ao produto e, por conseguinte, contribuir para a segurança do mesmo [33].

A avaliação de perigos com origem na embalagem deve seguir uma abordagem preventiva e sistemática sendo, por essa mesma razão, apresentados os conceitos fundamentais da metodologia HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) aplicável ao processo de produção alimentar em que a embalagem é um dos intervenientes.

1. História da embalagem alimentar

Pensa-se que as primeiras embalagens fabricadas pelo Homem surgiram há mais de 10 mil anos, ainda na pré-história devido à necessidade de preservar e transportar os alimentos, envolvendo-os em folhas de árvore [28].

Com o passar do tempo, as embalagens foram evoluindo e já na era dos descobrimentos, a necessidade de aumentar o tempo de conservação dos alimentos levou o Homem a desenvolver embalagens mais resistentes [28].

As embalagens foram evoluindo progressivamente, passando pelas embalagens de vidro, de papel, de metal e mais recentemente, as embalagens de plástico.

1.1 Vidro

O fabrico do vidro iniciou-se em 7000 A.C. mas apenas em 1500 A.C. é que este começou a ser industrializado no Egipto. Somente em 300 A.C., quando os Fenícios inventaram o maçarico é que a produção de vidro aumentou mantendo-se constante nos 10 séculos seguintes [28, 34].

Em 1889, Joseph Owens inventou a primeira máquina automática de produção de garrafas o que fez com que até 1960 o vidro dominasse o mercado dos produtos líquidos. Contudo, as embalagens de vidro foram sendo substituídas por embalagens de metal e plástico [28, 34].

As embalagens de vidro destinam-se agora a produtos com valor acrescentado.

1.2 Papel

Julga-se que a utilização de embalagens de papel teve início no século I A.C. por intermédio dos chineses que utilizavam folhas de amoreira para acondicionar os alimentos. Mais tarde a sua utilização estendeu-se ao resto da Ásia e à Europa, apenas chegando à América em 1690. Em 1894, o desenvolvimento do corte automático de caixas de cartão permitiu aos irmãos Kellogg lançarem no mercado as primeiras caixas de cartão [28, 34].

1.3 Metal

Foi em 1220 que o processo de revestimento de estanho em latas de ferro foi descoberto na Baviera mas a técnica apenas foi divulgada por toda a Europa e pela América em 1600 [28, 34].

Foi apenas em 1810 que o processo de conservação de alimentos através da selagem hermética de uma embalagem de estanho foi descoberto o que desenvolveu bastante a indústria de conservação de alimentos. Apesar disso, somente em 1960 é que os produtos alimentares passaram a ser apresentados no mercado em embalagens metálicas que, posteriormente, foram sendo substituídas por embalagens de plástico [28, 34].

1.4 Plástico

É o material mais recente utilizado no fabrico de embalagens alimentares [28, 34].

Nos últimos 170 anos, foi desenvolvida uma grande variedade de plástico tornando-o num material de elevada importância. Em 1977, as garrafas de água começaram a ser comercializadas em PET e desde 1980 que este tipo de plástico começou a ser utilizado em embalagens de alimentos congelados e outros [28, 34].

2. Classificação das embalagens alimentares

Relativamente à sua finalidade e de acordo com o Artigo nº3 da Diretiva 94/62/CE, as embalagens alimentares podem ser classificadas como [31]:

- Embalagem primária: qualquer embalagem concebida com o objetivo de constituir uma unidade de venda ao utilizador ou consumidor final no ponto de compra.
- Embalagem secundária: embalagem que constitui uma grupagem de determinado número de unidades de venda, quer estas sejam vendidas como tal ao utilizado ou consumidor final, quer sejam utilizadas como meio de reaprovisionamento do ponto de venda. Pode ser retirada do produto sem afetar as suas características.
- Embalagem terciária (ou de transporte): qualquer embalagem concebida com o objetivo de facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidades de venda a fim de evitar danos físicos durante os mesmos. Não se deve considerar embalagem terciária os contentores para transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo.



Figura 25 - Níveis das embalagens alimentares. (Da esquerda para a direita: primária, secundária e terciária). Adaptado de [35].

Quanto à sua classificação, as embalagens alimentares podem ser classificadas como rígidas, flexíveis ou semirrígidas. Na Tabela 7, é possível observar alguns exemplos destes três tipos de embalagens:

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 7 - Exemplos de embalagens rígidas, semirrígidas e flexíveis. Adaptado de [36].

	Metálicas	Vidro	Plástico	Papel
Rígidas	Latas em folha de alumínio e flandres	Garrafas e frascos	Bandejas, garrafas, etc.	Caixas de cartão canalado
Semirrígidas	Bandejas de alumínio	-	Bandejas em Poliestireno Expandido (EPS)	Caixas e cartuchos em cartolina
Flexíveis	Folha de alumínio	-	Filmes	Folha de papel

Para que seja possível definir a tecnologia aplicada, os custos associados, a finalidade do uso, etc., deve sempre ter-se em conta as matérias-primas utilizadas. Como tal, de seguida são apresentadas algumas vantagens e desvantagens associadas a cada um dos materiais referidos:

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 8 – Vantagens e desvantagens do vidro, do metal, do plástico e do papel. Adaptado de [36].

Material	Vantagens	Desvantagens
<p>Vidro</p>  <p>Figura 26 - Exemplos de embalagens de vidro..</p>	<p>Inerte; Boa barreira; Reutilizável e reciclável; Possibilidade de fecho entre utilizações; Resistente à compressão vertical; Transparente com possibilidade de ser colorido.</p>	<p>Elevado peso; Quebrável</p>
<p>Metal</p>  <p>Figura 27 - Exemplos de embalagens de metal.</p>	<p>Base aço: Reciclável e facilidade de separação de resíduos; Boa resistência mecânica; Possibilidade de decoração; Resistente a altas e baixas temperaturas.</p> <p>Base alumínio: Reciclável; Leve e resistente; Boa barreira; Boa capacidade de moldação; Possibilidade de combinação com papel ou plástico.</p>	<p>Base aço: Reutilização limitada; Interação com o produto.</p> <p>Base alumínio: Custos de produção elevados.</p>
<p>Plástico</p>  <p>Figura 28 - Exemplos de embalagens de plástico.</p>	<p>Leve; Inquebrável; Reciclável; Possibilidade de combinar com papel alumínio ou outros plásticos.</p>	<p>Resistência mecânica relativa; Barreira relativa; Inércia relativa; Não reutilizável.</p>
<p>Papel e cartão</p>  <p>Figura 29 - Exemplos de embalagens de papel.</p>	<p>Reciclável; Baixo peso; Boa impressão; Várias espessuras e formatos; Combinação com vários materiais.</p>	<p>Baixa barreira; Falta de inércia; Baixa resistência mecânica. Pouco resistentes a baixas temperaturas.</p>

3. Funções da embalagem

As embalagens têm como principais funções a proteção, a conservação, a informação e a função associada ao serviço ou conveniência na utilização.

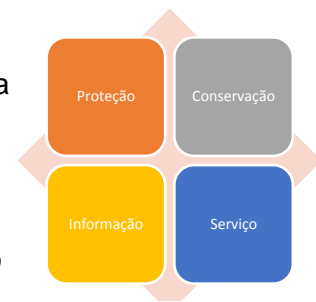


Figura 30- Funções da embalagem.

- Função de proteger: a embalagem confere proteção química, física e biológica uma vez que retarda a deterioração do produto, aumenta o tempo de prateleira e mantém ou aumenta a qualidade e segurança do produto. Além disso, protege o produto contra choques, vibrações ou compressões durante o seu transporte, distribuição e manuseamento garantindo, ainda, proteção contra a perda de integridade ou adulterações acidentais ou provocadas e também contra fatores ambientais como a humidade, por exemplo [28, 36, 37].
- Função de conservação: a embalagem deve ser concebida e produzida com materiais que a permitam funcionar como barreira evitando que os microrganismos presentes na atmosfera envolvente possam proliferar para o produto. Estes materiais devem, ainda, garantir uma baixa migração de componentes para que a segurança do consumidor e as características organoléticas do produto sejam asseguradas [34-36].
- Função de informação: a embalagem é utilizada como uma ferramenta de Marketing pois é a imagem do produto e muitas vezes é aquilo a que o consumidor está exposto antes da compra. Assim sendo, embalagens inovadoras ou distintivas podem aumentar as vendas do produto. Contudo, é de salientar que todas as embalagens que saem para o mercado e que sejam portadoras de um conjunto de informações, devem cumprir os requisitos do Regulamento CE nº1169/2011 [28, 34, 38].
- Função de serviço: a embalagem tem um papel de extrema importância no que respeita à sua utilização e ao consumo final do produto. Como tal, esta deve ser gerada de modo a que não seja um perigo para o consumidor como por exemplo, as embalagens de abertura fácil, a inserção de tampas doseadoras com possibilidade de fecho entre utilizações, a possibilidade de aquecer e servir na própria embalagem, entre outros [28, 33, 36].

Para além destas funções, é importante que seja possível através da embalagem uma rastreabilidade do produto que esta contém, devem ser de fácil acesso, fáceis de manusear e fáceis de descartar. As embalagens podem ainda ser utilizadas como

transportadoras de prémios (adições de presentes ou cupões, por exemplo) ou para uso doméstico [34, 39].

4. A embalagem de metal

As embalagens metálicas são feitas de folha-de-flandres, alumínio e, eventualmente, de folha cromada. A maioria destas é revestida internamente com um verniz ou camada polimérica que entra em contacto com o alimento. As substâncias potencialmente migrantes encontram-se mais associadas a estas camadas do que ao metal propriamente dito [33, 40].

Hoje em dia, este tipo de materiais é universalmente aceite pelos fabricantes de recipientes e tampas para alimentos e bebidas devido às suas qualidades como a sua força e resistência mecânica, a sua baixa toxicidade, o facto de serem uma boa barreira contra gases, humidade e luz, aguentarem temperaturas extremas e o facto de serem excelentes superfícies para decoração [30].

4.1. Processo de fabrico de embalagens metálicas

Todos os processos de fabrico de embalagens metálicas convertem um material em folha plana numa lata acabada que, normalmente, têm uma extremidade aberta para que o seu enchimento seja possível. Geralmente, as bobinas com as folhas metálicas são cortadas em folhas mais pequenas que são depois revestidas num ou em ambos os lados da mesma e decoradas, quando necessário. As decorações são sempre protegidas com vernizes de acabamento para lhes conferir brilho e uma maior resistência à abrasão [41, 42]. Posteriormente, é realizado um corte secundário às folhas já litografadas e são produzidas cúpulas e/ou fundos que, serão adicionadas à folha quando está já foi enrolada e soldada ou cravada. Às cúpulas e fundos são, muitas vezes, adicionadas borrachas para que a cravação com o corpo da lata seja mais eficaz e para prevenir eventuais fugas do produto para o exterior da lata.

4.1.1. Fabrico de latas com três peças

Este tipo de fabrico é bastante adaptável a qualquer tipo de diâmetro ou altura. O equipamento é flexível a mudanças de tamanho e é capaz de atingir altas taxas de produtividade. Permite o fabrico de diversos tipos de latas para alimentos, bebidas carbonatadas, aerossóis, etc. [41].

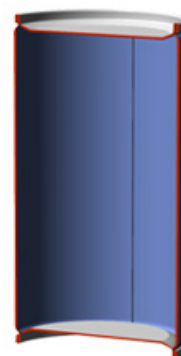


Figura 31- Lata de três peças.

Os diferentes componentes destas latas (corpo, fundo e cúpula) podem ser soldados ou cravados sendo que a soldadura oferece mais vantagens pois há uma maior poupança de material, é mais fácil de soldar os dois lados do corpo da lata e existe uma maior área de superfície para decoração externa. A operação de soldadura dos dois lados do corpo da lata é realizada por uma onda senoidal de corrente alternada à exceção da folha-de-flandres onde é utilizado fio de cobre para tal. De forma a proteger os produtos do cobre na zona de soldadura, normalmente é aplicado nesta um recobrimento em verniz. [30, 42].

O fundo é aplicado mecanicamente ao corpo numa operação de costura dupla. Esta etapa processa-se em duas fases: na primeira fase a beira do fundo é enrolado para baixo da dobra do corpo e na segunda fase, a costura é apertada (Figura 32). A cúpula é adicionada na altura do enchimento da lata com o produto [30].

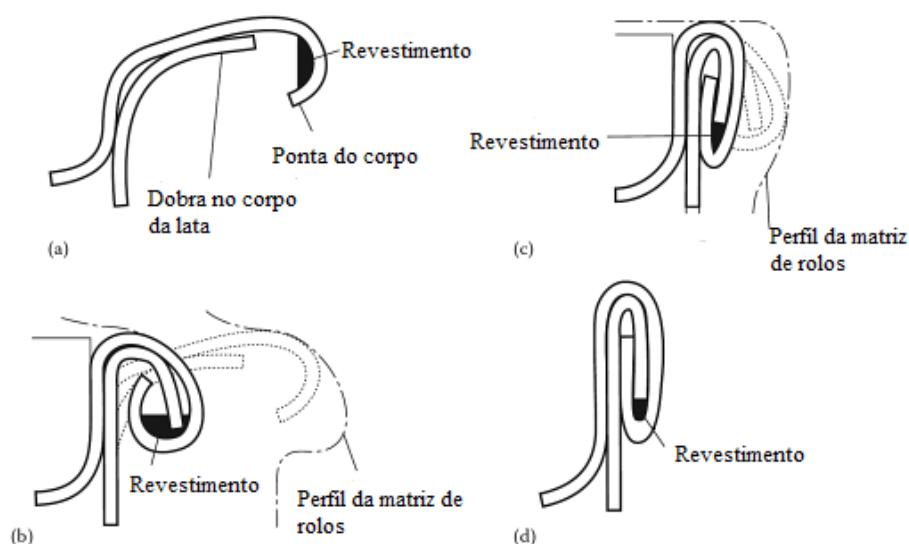


Figura 32- Dupla costura de fundos metálicos no corpo da lata: a) fundo e corpo são reunidos. b) primeira operação de costura, c) segunda operação de costura d) seção através da costura definitiva.

4.1.2. Fabrico de latas com duas peças

O fabrico de latas com duas peças (o fundo da lata já está alocado ao corpo da mesma) é adequado para um único tamanho de latas. Este método foi primeiramente introduzido em latas de alumínio mas posteriormente foi alargado para as latas em folha-de-flandres [30, 41].

Este tipo de embalagem tem vantagens económicas, técnicas e estéticas em comparação com as de três peças. Não têm costura lateral e, como tal, não é necessário nenhuma resina interior para a proteger, existe uma maior poupança de material e podem ser até 35% mais leves que as latas de três peças. Além de tudo isto, o facto de não ter costura lateral, permite uma decoração total do exterior da lata aumentando a área de impressão e tornando-as mais estéticas [30].



Figura 33 - Lata de 2 peças

4.2. Corrosão das embalagens metálicas

Apesar de serem considerados materiais importantes no fabrico de embalagens devido à sua força, resistência, ductilidade e impermeabilidade, os metais têm uma estrutura química que os torna suscetível à corrosão. Estes são quimicamente reativos e podem ser rapidamente oxidados pelo oxigénio e outros agentes formando produtos de corrosão. Existem vários fatores que afetam a taxa de corrosão tais como a polarização de elétrodos, o fornecimento de oxigénio e a temperatura. Assim sendo, é essencial controlar estes fatores para evitar a corrosão e aumentar o tempo de vida das embalagens metálicas [30, 41, 42].

5. Sistema de Gestão da Segurança Alimentar

Atualmente, o sistema de gestão e segurança alimentar é considerado uma estratégia de prevenção que engloba boas práticas de higiene e de fabrico e o controlo do produto ao longo do seu processo produtivo de forma a proteger o consumidor e a providenciar-lhe um produto seguro e com qualidade.

O HACCP, que significa Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo é uma abordagem sistemática, preventiva e estruturada que permite a identificação, avaliação e controlo dos perigos que são significativos em todas as fases da produção de alimentos para que esta seja assegurada. Surgiu nos anos 60 pela *Pillsbury Company* (USA) em conjunto com os Laboratórios do Exército e com a NASA devido à necessidade de produzir refeições 100% seguras para os astronautas. Em 1971 foi

apresentado publicamente à *American National Conference of Food Protection* e em 1973 foi publicado o primeiro documento detalhado sobre a técnica do Sistema HACCP. Já em 1993 foi publicado o Código de HACCP pela Comissão do *Codex Alimentarius*. O sistema HACCP tem diversas vantagens e benefícios tais como [28]:

- Assegura a segurança do produto;
- Reduz os custos operacionais ao evitar que o produto final esteja fora dos parâmetros exigidos por razões de qualidade e/ou segurança;
- Aumenta a credibilidade no mercado;
- Baseia-se na prevenção e não na reação;
- Pode ser aplicado em toda a cadeia alimentar;
- Demonstra o cumprimento das boas práticas e da legislação aplicável além de proporcionar a evidência documental do controlo dos processos.

A implementação do sistema HACCP é composto por 14 etapas e 7 princípios e procura os perigos ou o que pode pôr em causa a segurança do alimento prevenindo situações que podem causar efeitos nefastos ao consumidor final [33, 43]. Contudo, a implementação do HACCP só é eficiente se, antes, se assegurarem alguns pré-requisitos.



Figura 34- Sistema HACCP.

5.1 Pré-requisitos do Sistema HACCP

Como referido anteriormente, o sistema HACCP só pode ser implementado eficazmente em qualquer empresa se os pré-requisitos forem estabelecidos.

5.1.1 Instalações e equipamentos

Para que os perigos sejam controlados de uma forma eficaz, é necessário ter atenção à higiene, ao *design*, à construção, ao local e às instalações. Dependendo da natureza das operações e aos riscos associados às mesmas, os equipamentos e instalações devem estar localizados, contruídos e desenhados para garantir que [28, 32]:

- A contaminação é reduzida;
- É realizada uma manutenção adequada assim como limpezas e desinfecções;
- As superfícies e materiais são não-tóxicos, duradouros e fáceis de manter e limpar;
- As instalações têm condições para controlo de parâmetros como a temperatura, humidade, etc.;

- São eficazes contra o acesso de pragas.

5.1.2 Controlo das operações

Para que seja possível produzir alimentos seguros e adequados para consumo humano é necessário implementar algumas medidas preventivas tais como a formulação de requisitos relativos às matérias-primas, composição, processamento, distribuição e utilização do consumidor que devem ser cumpridos no fabrico e manipulação de alimentos e a conceção, execução, acompanhamento e a revisão eficaz de controlo [32].

5.1.3 Manutenção e higienização

De forma a facilitar o controlo contínuo e eficaz dos riscos alimentares, das pragas e de outros agentes que possam contaminar os alimentos, deve-se garantir a manutenção e limpeza apropriada, o controlo de pragas, a gestão de resíduos e a monitorização da eficácia da manutenção e dos procedimentos de higienização [32].

5.1.4 Higiene pessoal

Os colaboradores que entram em contacto direto/indireto com os alimentos não devem ser suscetíveis de os contaminar. Assim sendo, devem manter um grau de higiene pessoal adequado bem como comportar-se e operar de uma forma correta de forma a evitar contaminação do produto e, eventualmente, a transmissão de doenças aos consumidores [32].

5.1.5 Transporte

Os alimentos podem ficar contaminados ou não chegar ao destino em condições adequadas para consumo se não forem tomadas medidas de controlo durante o transporte, tais como: proteger os alimentos de potenciais fontes de contaminação, proteger os alimentos contra danos suscetíveis de tornar os alimentos inadequados para consumo e providenciar um ambiente que controle eficientemente o crescimento de microrganismos patogénicos, a deterioração de alimentos e ainda a produção de toxinas nos alimentos [32].

5.1.6 Informações do produto e consciencialização do consumidor

Os produtos devem ostentar informação adequada para garantir que [32]:

- Está acessível a informação necessária para que a próxima pessoa na cadeia alimentar possa manusear, armazenar, processar, preparar e apresentar o produto de forma segura e correta;
- O lote pode ser facilmente identificado e recortado, se necessário.

Além disso, os consumidores devem ter conhecimento suficiente sobre a higiene dos alimentos para lhes permitir compreender a importância da informação sobre o produto, fazer escolhas adequadas para o indivíduo e para prevenir a contaminação, crescimento ou sobrevivência de patogénicos de origem alimentar ao armazenar, preparar e utilizá-los de forma correta [32].

As informações sobre o produto para os produtores devem ser claramente distintas da informação dirigida ao consumidor, em especial no rótulo dos alimentos [32].

5.1.7 Formação

Aqueles que se encontram envolvidos em operações alimentares e que estão em contacto com os alimentos devem ser treinados e instruídos sobre os requisitos da higiene alimentar que lhes são aplicáveis, consoante as operações que realizam [32].

5.2 Implementação do Sistema HACCP

Cada organização deve conceber, implementar, controlar e manter válido o seu sistema de HACCP de forma a garantir e demonstrar a segurança alimentar dos seus produtos até ao consumidor final, seguindo as 14 etapas e os sete princípios. De acordo com o *Codex Alimentarius* estes devem ser aplicados de uma forma lógica.

5.2.1 Definir o âmbito do plano HACCP

Nesta etapa, deve definir-se qual a parte do processo que será analisada (etapas inicial e final), qual o produto (ou família de produtos), especificar-se que tipos de perigos vão ser considerados no estudo (físicos, químicos e/ou biológicos) e até onde o produto é abrangido pelo plano HACCP (se é apenas até à saída da fábrica, até à entrega no cliente ou ainda se é até ao momento do consumo) [28, 43].

5.2.2 Constituição da equipa HACCP

A equipa HACCP deve ser multidisciplinar com elementos dinâmicos que têm como objetivo assegurar a implementação, cumprimento e melhoria do sistema de segurança alimentar. Estes devem ter conhecimento específico e detalhado do produto. A equipa deve ser funcional e não hierárquica. Caso não haja especialistas em todas as áreas deve-se contratar [28, 43].

5.2.3 Descrição do produto

A equipa HACCP deverá reunir informação relativa ao produto acabado incluindo: composição, estrutura, características físico-químicas e microbiológicas, processo e tratamentos, embalagem, condições de conservação e armazenamento, prazo de validade, instruções indicadas no rótulo, modo de confeção, modo de distribuição, etc. [28, 43].

5.2.4 Identificação do uso pretendido do produto

O uso pretendido do produto deve indicar quais os grupos alvo de consumidores, deve identificar os grupos de risco de consumidores bem como o uso final, isto é se o produto é para venda a retalho, grossistas, etc. [28, 43].

5.2.5 Elaboração do fluxograma

A construção do fluxograma é efetuada pela equipa de HACCP. Este deve fornecer uma informação clara e simples de todas as etapas de produção do produto ou gama de produtos. O diagrama de fluxo deve incluir as principais variáveis de operação (temperatura, pressão, tempo, etc.) bem como as ligações, dependências das etapas precedentes e subsequentes e não deve ser complexo para que seja compreendido e avaliado o fluxo de processo e produto [28, 43].

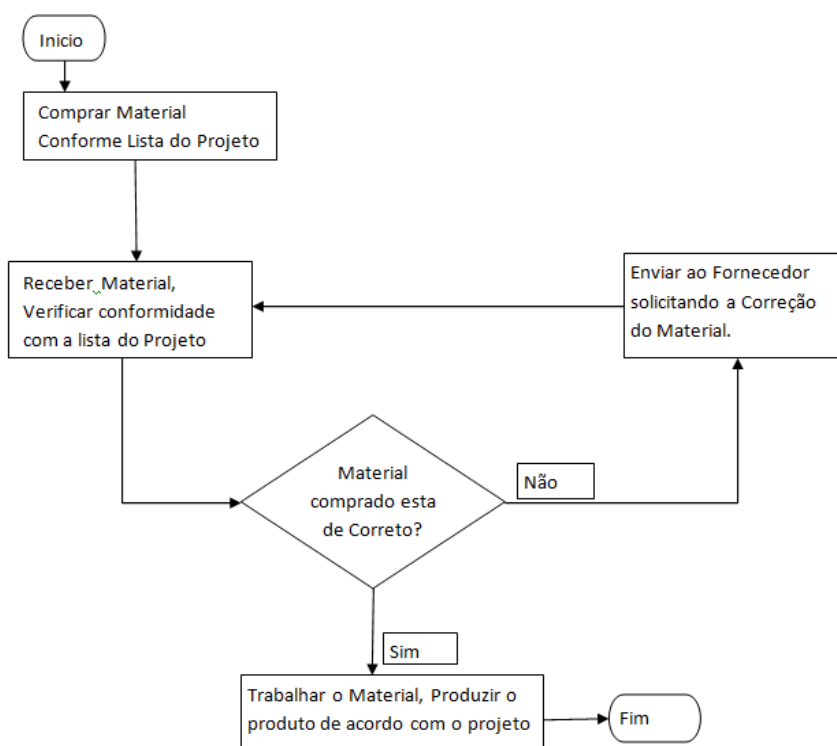


Figura 35- Exemplo de um fluxograma.

5.2.6 Confirmação *in loco* do fluxograma

A equipa de HACCP deve verificar no local se o fluxograma realizado corresponde ao real sendo que este deve ser confirmado em todos os turnos de trabalho e toda a equipa HACCP deve validá-lo. Os registos da confirmação do fluxograma e das correções introduzidas devem sempre ser mantidos [28, 43].

5.2.7 Identificação dos perigos associados a cada etapa (Princípio 1)

Esta etapa é considerada o primeiro princípio do HACCP e tem como intuito identificar os possíveis perigos associados à produção alimentar desde a origem até ao consumidor final. Serve para avaliar a probabilidade de ocorrência destes perigos e identificar as medidas preventivas para o controlo dos mesmos.

Cada etapa do fluxograma deve ser estudada separadamente do início até ao final. Relativamente aos perigos, estes devem ser agrupados de acordo com o seu tipo (biológico, químico ou físico) e as suas causas devem ser identificadas tendo como base o plano HACCP, cuja eliminação ou redução dos mesmos a níveis aceitáveis é indispensável para produzir um produto seguro, seguindo sempre uma matriz de avaliação de risco. A matriz de risco é o resultado da combinação entre a probabilidade de um determinado perigo acontecer e a sua severidade (Tabela 9). É de salientar que cabe à equipa HACCP definir qual o limite a partir do qual consideram o perigo significativo.

Tabela 9 - Exemplo de uma matriz de risco onde se considerou como significativo um perigo onde a avaliação de risco for igual ou superior a 3.

Probabilidade x Severidade	Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)
Baixa (1)	1	2	3
Média (2)	2	4	6
Alta (3)	3	6	9

Onde:

Critérios de Probabilidade (P):

Baixa = tem baixa probabilidade de acontecer / não há historial

Média = pode acontecer mas perante historial não é frequente

Alta = Ocorre várias / algumas vezes / é frequente acontecer

Critérios de Severidade (S) Adaptado de [44]:

Baixa

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

- **Biológico:** *Bacillus cereus*; *Clostridium perfringens* tipo A, toxina do *Staphylococcus aureus*, Coliformes totais a maioria dos parasitas.
- **Químico:** substâncias químicas permitidas em alimentos para humanos que podem causar reações moderadas.
- **Físico:** corpos estranhos provenientes dos transportes, materiais de embalagem, instalações e manipulação.

Média

- **Biológico:** *E.Coli*; *Salmonella spp.* *Shigella spp* *Vibrios*, *Listeria monocytogenes*, rotavírus, vírus Norwalk; *Toxoplasma Gondii*; *Giardia Lambia*.
- **Químico:** substâncias não permitidas em alimentos para humanos, embora fazendo parte do processo de fabrico, usadas, por exemplo, em máquinas, e sendo permitidas na indústria alimentar (resíduos de produtos de higienização).

Alta

- **Biológico:** toxina de *Clostridium botulinum*, *Salmonella Typhi*, esporos dos Clostrídios sulfito-redutores, *Listeria monocytogenes*, *E. Coli* 0157:H7; *Toxoplasma Gondii* (grávidas).
- **Químico:** contaminação direta de alimentos por substâncias químicas proibidas ou determinados metais pesados como mercúrio ou aditivos químicos que podem causar uma intoxicação grave em número elevado ou podem causar danos a grupos de consumidores mais sensíveis.

Tabela 10- Exemplo de uma avaliação de perigos.

Etapa	Perigo		Causas	Avaliação de perigos			Medidas preventivas
	Cat.	Descrição		Prob.	Sev.	Risco	
Embalamento	Bio.	Multiplicação de microrganismos patogénicos	Demora no processo	1	2	2	Rapidez no processo
	Qui.	Contaminação com resíduos de limpeza	Enxaguamento insuficiente	1	2	2	Cumprimento do plano de limpeza
	Fís.	Contaminação com objetos físicos	Deficientes condições das instalações e do equipamento	1	1	1	Manutenção de instalações e equipamentos; Detetor de metais

5.2.8 Determinação dos Pontos Críticos de Controlo (PCC) (Princípio 2)

De acordo com a FDA (*Food and Drug Administration*), um PCC é uma etapa em que o controlo é essencial para prevenir ou eliminar um risco ou então diminui-lo até um nível aceitável. Assim sendo, durante esta etapa decorre a determinação dos pontos do processo onde o controlo deve ser efetuado para prevenir, eliminar ou reduzir os perigos para níveis aceitáveis [43, 44].

O *Codex Alimentarius* sugere que, para a identificação de PCC's deve seguir-se uma abordagem lógica, utilizando a árvore de decisão (Figura 35) [32].

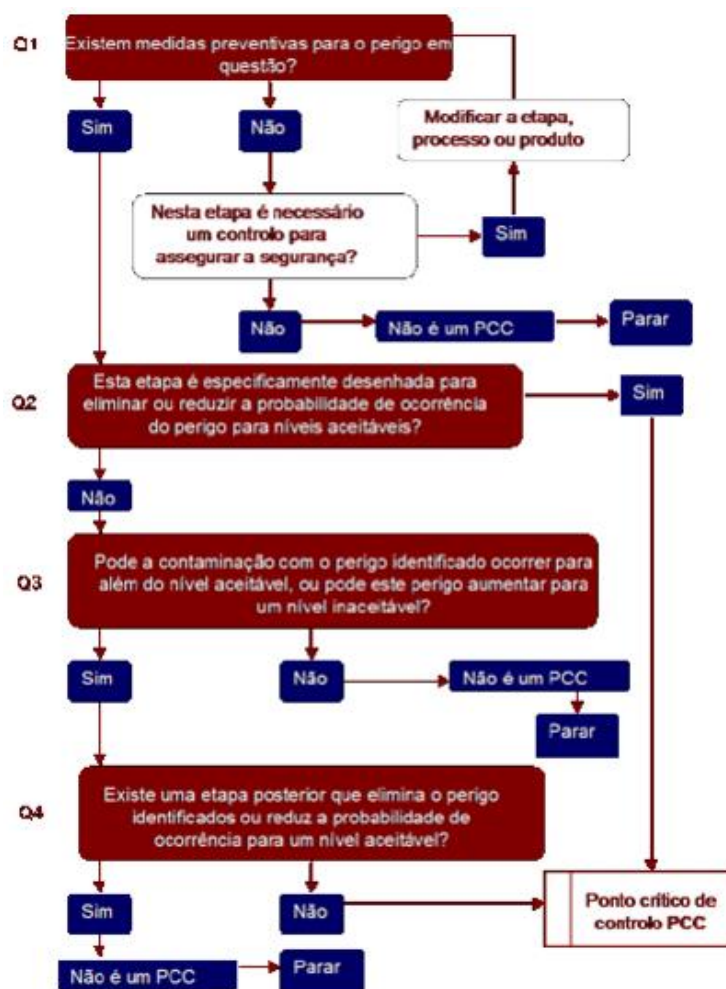


Figura 36- Árvore de decisão de acordo com o *Codex Alimentarius*.

5.2.9 Estabelecimento dos limites críticos para os PCC's (Princípio 3)

Em cada PCC, devem existir limites críticos concretos e validados que podem incluir medições de pH, temperatura, a_w , humidade, sensores diversos, entre outros. Estes limites devem ser mensuráveis e objetivos.

Segundo Poças e Moreira (2003), o limite crítico é um critério que separa a aceitabilidade da inaceitabilidade no que respeita à segurança do produto e deve ser estabelecido e validado para cada PCC. Caso existam vários perigos associados a uma mesma etapa, pode ser determinado mais do que um limite crítico [33].

5.2.10 Estabelecimento de monitorização para cada PCC (Princípio 4)

O sistema HACCP é monitorizado para demonstrar que os controlos estabelecidos são eficazes e é garantida a segurança do produto. As metodologias utilizadas para a realização das medições seguem planos predefinidos, procedimentos

e métodos adequados de medição. Mediante os procedimentos de monitorização deve ser possível detetar a perda de controlo de um PCC, o que indica que ocorreu um desvio nos limites críticos estabelecidos. Quando esta situação ocorre, os resultados da monitorização dos PCC's são avaliados pelo coordenador da equipa HACCP que despoletará a(s) medida(s) corretiva(s) apropriada(s) [28, 43].

5.2.11 Estabelecimento de ações corretivas (Princípio 5)

O plano de ações corretivas descreve o que deve ser feito quando ocorre algum desvio (isto é, se o valor a medir está fora dos limites críticos). O plano deverá ter como pontos principais [28, 43]:

- Identificação da causa e forma de a evitar;
- Ação a tomar de imediato;
- Quem deve ser informado e o tipo de relatório a fazer;
- O que fazer com o produto não conforme;
- Responsável da decisão tomada.

Após a ação corretiva e de modo a evitar a repetição do problema, pode ser necessária a realização da revisão do sistema. É de ressaltar que todos os registos devem ser devidamente documentados.

5.2.12 Estabelecimento de procedimentos de verificação (Princípio 6)

Os procedimentos de verificação permitem não só verificar se o sistema está de acordo com o plano HACCP definido como também se o plano inicialmente desenvolvido é apropriado e eficaz no controlo de perigos. Estes podem incluir Auditorias Internas ao plano HACCP, Auditorias Internas ao sistema HACCP e seus registos, revisão dos desvios e ações corretivas e ainda testes microbiológicos ao produto intermédio e ao produto final. Devem sempre ser realizados no final do estudo HACCP e, posteriormente, em intervalos regulares predeterminados [28, 43].

5.2.13 Estabelecimento de documentação e manutenção de registos (Princípio 7)

Os registos devem ser arquivados em suporte informático com cópias de segurança. A delegação da responsabilidade da manutenção e preservação do arquivo deve estar definida bem como os procedimentos de atualização e controlo do arquivo [43].

5.2.14 Revisão do plano HACCP

A revisão do HACCP é realizada pela equipa auditora durante as Auditorias de Acompanhamento para verificar se o plano ainda se mantém apropriado. Estas revisões são periódicas quando, por exemplo, ocorrem alterações no processamento, equipamento, matérias-primas, programa de limpeza e desinfeção, quando existe nova informação de perigos e riscos, legislação, entre outras situações [28, 43].

6. Enquadramento legal na produção de embalagens para alimentos

A embalagem pode ser simultaneamente uma fonte de risco/perigo para a segurança e qualidade do produto, originando contaminação física, química e mesmo microbiológica. Tendo em vista a aplicação da abordagem do HACCP relativo ao fornecimento de materiais de embalagem e produtos que estão em contacto com as mesmas, como forma de prevenir perigos associados à embalagem e garantir a segurança do produto acondicionado, existe alguma legislação que deve ser tida em conta tal como:

- Regulamento nº1935/2004 relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos. Segundo o mesmo *“está subjacente ao regulamento o princípio segundo o qual qualquer material ou objeto destinado a entrar em contacto direto ou indireto com os alimentos deve ser suficientemente inerte para excluir a transferência de substâncias para os alimentos em quantidades suscetíveis de representar um risco para a saúde humana ou de provocar uma alteração inaceitável na composição dos alimentos ou uma deterioração das suas propriedades organoléticas”*[45].
- Regulamento nº2023/2006 relativo às boas práticas de fabrico (BPF) de materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos. Este *“define as regras em matérias de BPF dos grupos de materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos ... que figuram no anexo I do Regulamento nº1935/2004 e das combinações destes materiais e objetos ou dos materiais e objetos reciclados utilizados nesses materiais e objetos”*[46].
- Regulamento nº1169/2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios que tem como objetivo *“a prestação de informação sobre os géneros alimentícios tem por objetivo obter um elevado nível de proteção da saúde e dos interesses dos consumidores, proporcionando uma base para que os consumidores finais possam fazer escolhas informadas e utilizar os géneros alimentícios com segurança, tendo especialmente em conta considerações de saúde, económicas, ambientais, sociais e éticas.”* [38].

- Norma EN 11593 que estabelece a gestão da higiene na produção de embalagens para alimentos. Esta foi publicada para fazer face à necessidade de ser desenvolvido um documento específico na área da gestão da higiene na produção de embalagens alimentares. Esta norma “*permite a uma organização planejar, projetar, implementar, operar, manter e atualizar um sistema de análise de perigos e avaliação de risco que assegura a produção de materiais de embalagem de alimentos em conformidade com os requisitos de higiene*” [47].

É de salientar que, antes da aplicação destes regulamentos, o Regulamento (CE) nº852/2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios deve ser cumprido bem como a implementação de BPF.

7. Contextualização empresarial

Tendo em conta todos os tópicos acima abordados foi realizado, dentro do contexto empresarial, um estudo microbiológico numa embalagem alimentar de volume de 500 mL cujo produto que irá posteriormente albergar não sofrerá nenhum processo de pasteurização. Assim sendo, é da maior importância perceber se existe alguma potencial fonte de contaminação microbiológica da embalagem de forma a não comprometer a segurança do alimento em questão, visto este ser um dos principais perigos a ter em conta aquando a construção de um plano HACCP.

Entre as análises microbiológicas realizadas encontram-se:

- Análises a embalagens com diferentes tempos de *stock* (45dias, 30 dias e 5 dias);
- Análises do método de embalamento dos componentes das embalagens;
- Análises à qualidade do ar aquando a montagem da embalagem;
- Análises das embalagens ao longo do seu processo de montagem;
- Análises dos componentes das embalagens durante a sua montagem;
- Análises das luvas anti corte utilizadas pelos colaboradores durante a montagem

das embalagens.

Os quatro últimos tópicos foram analisados ao início e ao fim de cada turno de forma a verificar se existe alguma evolução do ponto de vista microbiológico com o decorrer da montagem das embalagens alimentares.

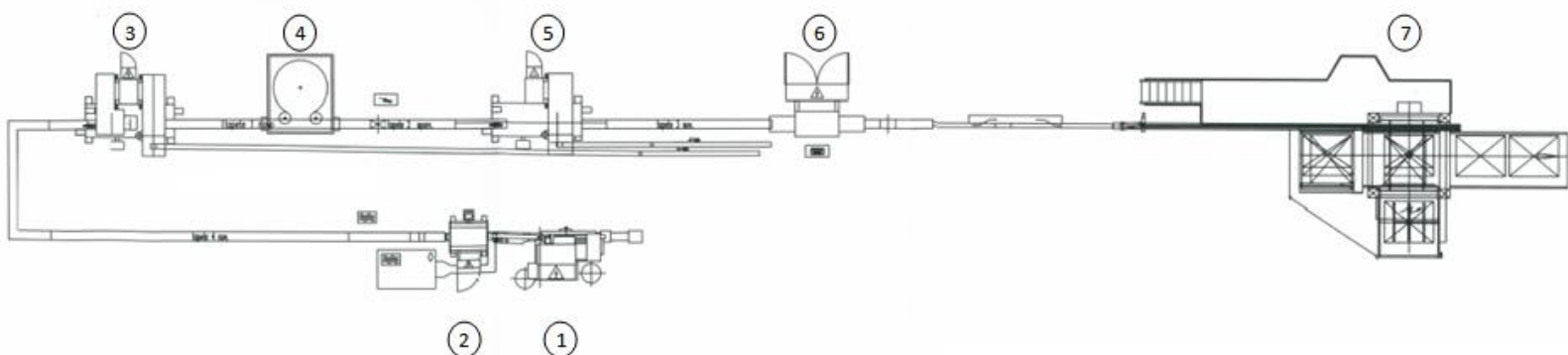


Figura 37 – Lay-out da linha de embalagens alimentares analisada. Legenda: 1- Máquina de alimentação; 2- Expansora; 3- Cravadeira de fundos; 4- Volteador; 5- Cravadeira de cúpulas; 6- Máquina de testes; 7 – Paletizadora.

Materiais e métodos.

Método de análise da qualidade microbiológica de embalagens com diferentes tempos de *stock*

Em embalagens alimentares vazias de 500mL de volume, colocou-se 500mL de água estéril e selou-se com parafilme. Deixou-se incubar durante 24h a 25°C e agitando-se de 2h em 2h, aproximadamente. Após o tempo de incubação e através do método de filtração, filtrou-se 100mL da solução de cada uma das embalagens analisadas (com filtros de 0,45µm) e incubou-se as placas num meio para quantificação de microrganismos heterotróficos em água potável a 30 ±2°C durante 3 dias. Após o tempo de incubação registou-se o número de colónias obtidas, multiplicando o valor obtido pelo volume inicial da solução.

Método de análise de colaboradores, embalagens e componentes da linha de montagem

Para a análise de colaboradores iniciou-se o processo recolhendo-se uma amostra, numa das mãos dos colaboradores (com as luvas anti-corte calçadas), de 5cm² nas direções horizontal, vertical e diagonal com um Teste Rápido 3M Clean-Trace. De seguida, avaliou-se o nível de limpeza da zaragatoa no equipamento de medição de ATP, 3M Clean Trace, e registou-se o valor obtido. Posteriormente, na mesma mão analisada, realizou-se uma zaragatoa convencional de 5cm² nas direções horizontal, vertical e diagonal;

Por sua vez, para a análise de embalagens alimentares ao longo da linha de montagem e para os componentes já embalados, realizou-se uma zaragatoa com um

Teste Rápido 3M Clean-Trace no interior da embalagem. Mais uma vez, analisou-se o nível de limpeza da zaragatoa no 3M Clean Trace e registou-se o valor obtido. Por fim, no mesmo local da embalagem/componente analisado, realizou-se uma zaragatoa convencional.

Para a análise das zaragatoas convencionais realizadas nos diversos locais, agitou-se a amostra no vórtex de forma a dispersar os conteúdos da zaragatoa no meio neutralizante. De seguida, para duas placas de Petri de 90mm, colocou-se 1mL da suspensão em cada uma das placas, plaqueando uma das placas com o meio para contagem de bactérias totais e outra com meio para deteção de bolores e leveduras. A primeira placa colocou-se a incubar a $32^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 7 dias e a segunda placa colocou-se a incubar a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 7 dias. Ao 3º, 5º e 7º dias de incubação, registaram-se os resultados na folha de registos.

Método para análise da qualidade microbiológica do ar envolvente da linha de montagem

Em placas de Petri de 90mm de diâmetro, plaqueou-se meio para contagem de bactérias totais e deixou-se solidificar as mesmas, dentro da câmara de fluxo laminar. Posteriormente, colocou-se as placas em diferentes pontos da linha de montagem e utilizou-se a técnica da sedimentação que consiste em colocar a placa de Petri aberta durante uma hora, incubando-a depois durante 68 ± 2 h a 32°C .

Resultados e discussão

Análise da qualidade microbiológica de embalagens com diferentes tempos de *stock*

As embalagens alimentares analisadas foram recolhidas e analisadas ao longo do estágio curricular e de forma a que o tempo de *stock* fosse concordante entre elas. Foram realizadas 10 amostragens e todas as embalagens foram recolhidas em paletes distintas para que fosse possível obter um panorama geral do estado de conservação das mesmas (sob o ponto de vista microbiológico). Na figura seguinte é possível observar o número de colónias obtidas, multiplicando o valor obtido pelo volume inicial da solução.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

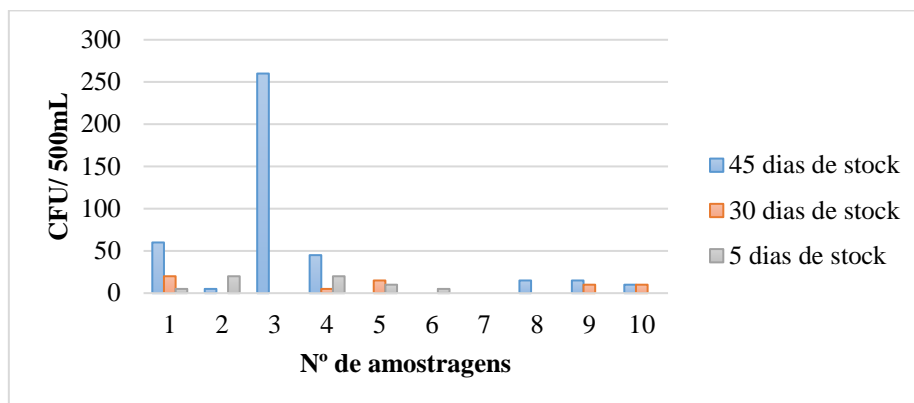


Figura 38 – Número de colónias obtidos nas 10 amostragens realizadas, por 500ml de solução.

As embalagens foram analisadas para verificar se, ao longo do tempo de armazenamento, haveria um aumento da carga microbiana associada às mesmas. Assim sendo, e através da Figura 39 é possível verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de *stock* analisados².

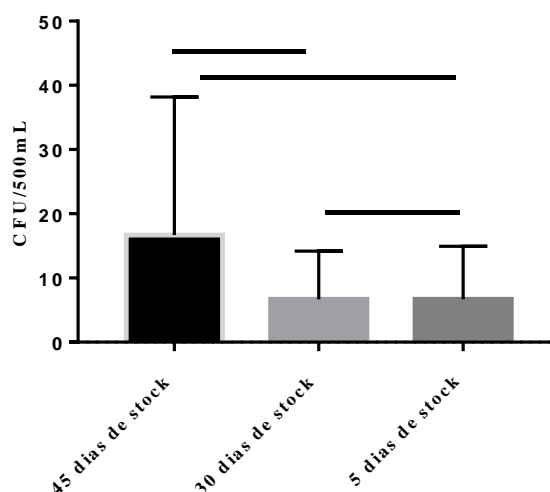


Figura 39 – Comparação entre os diferentes tempos de stock analisados. As colunas representam a média e as barras o desvio padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$, $n=9$).

Este resultado poderá indicar que o facto de, durante a paletização se colocar a cúpula (parte a partir da qual se expõe o interior da lata) voltada para o cartão canelado que separa as diversas camadas da paleta, é bastante benéfica para evitar uma possível contaminação microbiológica. Para além disso, o facto de se colocar diversas camadas de filme retráctil a envolver a paleta também contribui para que a contaminação microbiológica seja evitada. Assim sendo, é possível afirmar que o método de paletização utilizado nas embalagens alimentares é uma mais-valia para evitar que

² Os valores relativos à amostra número três não se encontram inseridos nos dados da Figura 39 por se considerar um *outlier*.

ocorra contaminação e, por conseguinte, proliferação de microrganismos durante o tempo de *stock* para além de limitar as fontes nutritivas para os microrganismos que se encontrem no interior das embalagens proliferarem, acabando estes por morrer.

Outro fator que poderá contribuir para o resultado obtido é o facto destas embalagens alimentares se encontrarem segregadas das restantes embalagens produzidas na unidade fabril em questão enquanto não são expedidas para o cliente, estando assim mais resguardadas que as restantes.

Análise de colaboradores e embalagens da linha de montagem

Aquando a produção das embalagens em estudo, foram realizadas diversas amostragens no início e no fim de cada turno tanto às luvas anti-corte que os colaboradores utilizam como às embalagens que se encontravam nos pontos 2, 3 5 e 7 da linha de montagem (Figura 37) e também aos componentes que estavam a ser colocados em linha para montagem.

Assim sendo, nas Figuras 40, 41 e 42 pode observar-se a diferença entre as embalagens analisadas no início e no fim do turno. A Figura 40 é relativa à análise dos Testes Rápidos (em RLU) e as Figuras 41 e 42 são relativas à análise das zaragoas convencionais para microrganismos totais e para bolores e leveduras, respetivamente (em CFU/5cm²).

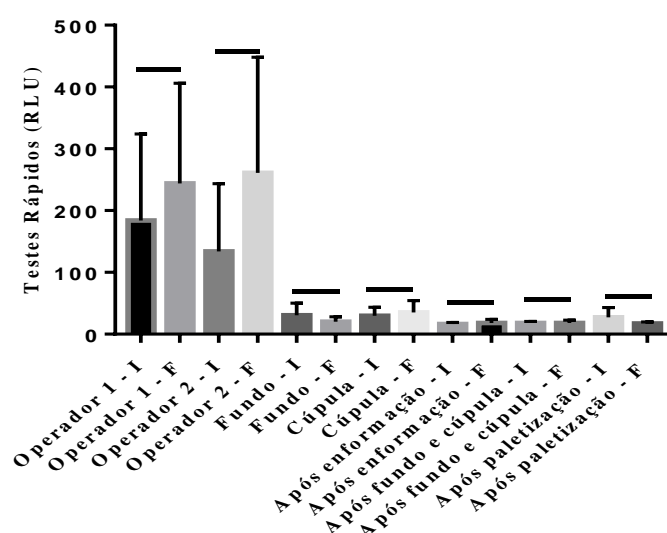


Figura 40 – Comparação do nível de limpeza associada aos operadores, componentes e embalagens na linha de montagem, entre o início (I) e o fim (F) do turno para Testes Rápidos (em RLU). As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$, $n=5$).

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Pela análise da Figura 40 é possível constatar que não existe nenhuma diferença significativa entre o início e o fim do turno de cada um dos elementos analisados, para os Testes Rápidos. Contudo, é possível verificar que os operadores são a maior fonte de introdução de microrganismos e, que o nível de limpeza dos componentes e das embalagens durante a sua montagem é, no geral, constante.

Nas figuras seguintes é possível observar os resultados obtidos utilizando zaragatoas convencionais, tanto para microrganismos totais como para bolores e leveduras.

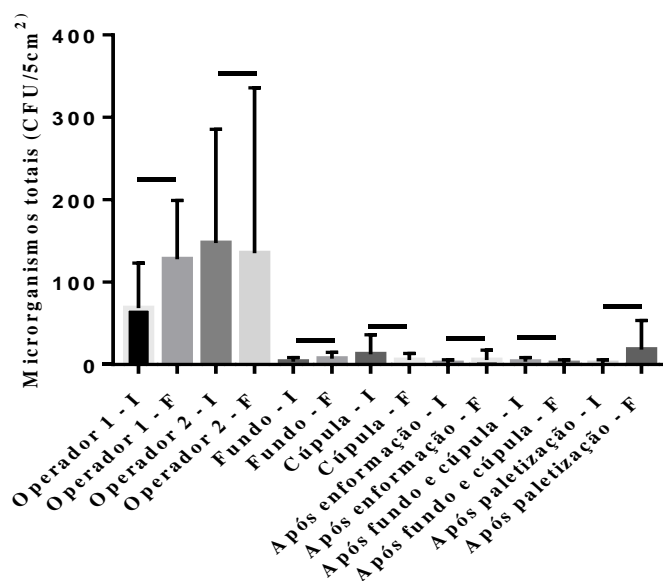


Figura 41 - Comparação dos microrganismos totais associados aos operadores, componentes e embalagens na linha de montagem, entre o início (I) e o fim (F) do turno através da análise de zaragatoas convencionais (em CFU/5cm²). As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$, $n=5$).

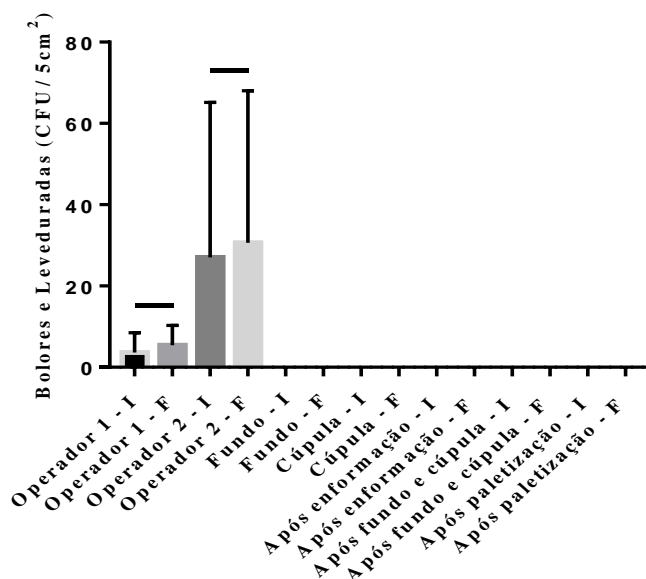


Figura 42 - Comparação de bolores e leveduras associados aos operadores, componentes e embalagens na linha de montagem, entre o início (I) e o fim (F) do turno através da análise de zaragatoas convencionais (em CFU/5cm²). As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $^*p < 0,05$, $n=5$).

Tanto pela análise dos resultados obtidos nos testes rápidos como nas zaragatoas convencionais e, apesar de nenhum valor obtido entre o início e o fim do turno ser estatisticamente diferente, é possível observar que a carga microbiana e o nível de limpeza está maioritariamente associada aos operadores. Assim sendo, é da maior importância evitar que estes sejam responsáveis por qualquer tipo de contaminação às embalagens em produção. Para isso, o facto de mudarem as luvas regularmente e o facto de não utilizarem as mesmas luvas para a manutenção de equipamentos e para manipular as embalagens e respetivos componentes será vantajoso para evitar a ocorrência de episódios deste género.

Através da análise dos resultados acima obtidos pode afirmar-se que, tanto utilizando testes rápidos como zaragatoas convencionais, os valores obtidos são constantes entre o início e o fim de turno. Isto poderá atribuir-se ao facto de o calor utilizado para soldar as extremidades da folha-de-flandres poder eliminar os microrganismos da área envolvente à zona de soldadura uma vez que se atingem temperaturas bastante elevadas (180°C aproximadamente). Para além deste fator, o facto de haver proteções plásticas ao longo da linha de montagem contribui para que não entrem para a embalagem resíduos que possam influenciar o seu nível de limpeza além de evitarem a deposição de microrganismos que se encontrem no ar nas embalagens. Por último, o facto da linha ter alguns *loops* no seu percurso contribui para que a

embalagem não se encontre sempre na mesma posição e, por conseguinte, seja mais difícil ocorrer a deposição quer de microrganismos quer de resíduos.

Para além destes pontos analisados na linha de montagem, a água do equipamento manual de testes (que tem como intuito detetar fugas) foi também analisada de forma a verificar a carga microbiana associada (Tabela 11) apesar de ser conhecido que, as embalagens que se encontram neste equipamento, mesmo que posteriormente não tenham fugas, são rejeitadas. Durante a montagem das embalagens alimentares são analisadas cerca de 20 embalagens por hora neste equipamento. A água deste último foi analisada através do método de filtração.

Tabela 11 - Carga microbiana associada à água do equipamento manual de testes para deteção de fugas.

Amostragem	Carga microbiana associada (CFU)		
	1mL	10 ⁻² mL	10 ⁻³ mL
1	TNTC	TNTC	334
2	TNTC	TNTC	419
3	TNTC	587	268
Média	TNTC	TNTC	340, 3 (3)

Através da análise da Tabela 11, é possível verificar que a carga microbiana associada à água do equipamento é bastante elevada (cerca de 340 333 CFU/mL). Assim sendo, o método atualmente utilizado após as embalagens passarem por este equipamento revela ser uma boa prática uma vez que este poderia pôr em causa a segurança das embalagens testadas.

Análise da qualidade microbiológica do ar envolvente da linha de montagem

Tal como os colaboradores e as embalagens, o ar circundante à linha de montagem foi também analisado visto não haver nenhum tratamento específico do ar neste sector. Assim sendo, o intuito desta análise foi comprovar se, com o passar do tempo e o aumento da temperatura do ar, a carga microbiana associada ao mesmo aumentava significativamente nas zonas 1,3,5 e 7 da linha de montagem (Figura 37) analisadas.

Relativamente ao parâmetro analisado, os resultados obtidos foram os seguintes:

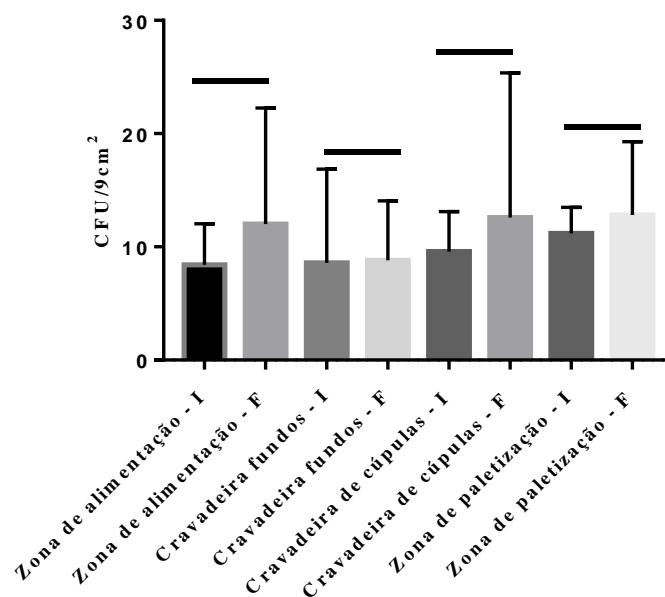


Figura 43 – Comparação entre a carga microbiana associada ao início (I) e ao fim (F) de cada turno, em diversos pontos da linha de montagem. As colunas representam a média e as barras o desvio padrão (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$, $n = 5$).

Pela análise da Figura 43 é possível observar que, no geral, existe um ligeiro aumento da carga microbiana no fim do turno em todas as zonas estudadas contudo, não existe nenhuma diferença significativa da carga microbiana nas diferentes áreas analisadas, entre o início e o fim do turno.

Como tal, verifica-se que o aumento da temperatura ambiente não é um fator determinante no crescimento de microrganismos presentes no ar. Assim sendo, pode afirmar-se que a ventilação existente na unidade fabril é eficaz e assegura a circulação do ar envolvente.

Foram enviadas para identificação algumas amostras de microrganismos que se desenvolveram nas placas deixadas ao ar na linha de montagem com o objetivo de verificar se algum deles poderia colocar em causa a segurança e/ou a qualidade da embalagem (Figura 44).

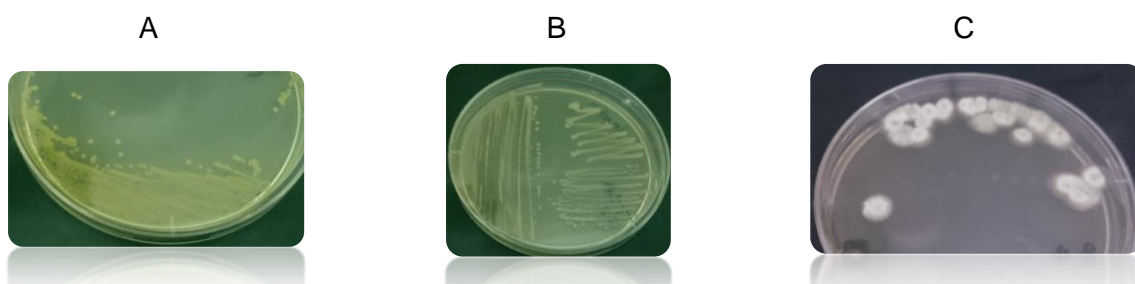


Figura 44 – Microrganismos identificados em laboratório externo.

De acordo com o laboratório externo, a espécie A pertence ao género *Corynebacterium*. Este é um género de bactérias gram-positivas em forma de bacilos, anaeróbias facultativas ou anaeróbias. As suas espécies podem ser isoladas das mais

variadas fontes: as espécies não patogénicas encontram-se em laticínios e solos e as espécies patogénicas são isoladas de pessoas ou animais onde podem ser verdadeiros patogénicos ou serem contaminantes cutâneos ou das mucosas. É um género especialmente perigoso para indivíduos imunocomprometidos [48].

Por sua vez, o género *Micrococcus* (espécie B) consiste em bactérias esféricas Gram-positivas e normalmente são imóveis e não formam esporos. São catalase positiva e aeróbias. O seu habitat natural é a pele dos mamíferos, como tal, são agentes da população microbiana normal da pele e mucosas do ser humano. Não são conhecidos mecanismos de virulência estando raramente associados a doenças [49].

Por último, o género *Penicillium* (espécie C) é um género de fungos composto por saprófitos e patogéneos humanos e inclui várias espécies que infetam árvores de fruto. Normalmente cresce em matéria orgânica especialmente no solo e ambientes húmidos e escuros. Este género é responsável pelos bolores que se instalam em alimentos para consumo humano [50].

Tendo em conta as descrições realizadas dos microrganismos identificados e o tipo de produto alimentar a que esta embalagem se destina, pode afirmar-se que estes não afetam de uma forma significativa a segurança da embalagem em questão e, por conseguinte, a qualidade do alimento que esta irá albergar. Contudo, e visto que todos os microrganismos identificados podem ser encontrados em indivíduos, é importante realçar que deverão ser assegurados mecanismos de ventilação do ar que permitam a sua eficaz renovação e, consequentemente, evitar a sua deposição na pele dos operadores que poderá permitir a sua proliferação.

Análise do método de embalamento de componentes

Na unidade de fabrico onde decorreu o estágio curricular, existem dois métodos distintos de embalamento de componentes conforme estes vão diretamente para o cliente ou a embalagem é montada no interior da mesma. No primeiro método os componentes são empacotados em pequenas saquetas individuais feitas a partir de papel de Kraft com um determinado número de componentes que posteriormente formam uma paleta e no segundo método não existem saquetas individualizadas, estando apenas os componentes em camadas num contentor e envoltos em papel de Kraft (Figura 45).

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar



Figura 45 – Métodos de embalagem: o da esquerda corresponde ao método de embalagem em saquetas e o da direita ao método de embalagem direto.

Tendo em conta os métodos supracitados, esta análise serviu para determinar qual o método de embalagem mais seguro, sob o ponto de vista microbiológico. É importante referir que a amostragem foi efetuada dentro da câmara de fluxo laminar devidamente desinfetada e utilizando luvas de látex.

Através da análise da Figura 46, é possível verificar que existe uma diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos de embalagem analisados sendo que o método de embalagem em saquetas demonstrou ser mais seguro no resguardo dos componentes, sob o ponto de vista microbiológico, para os Testes Rápidos.

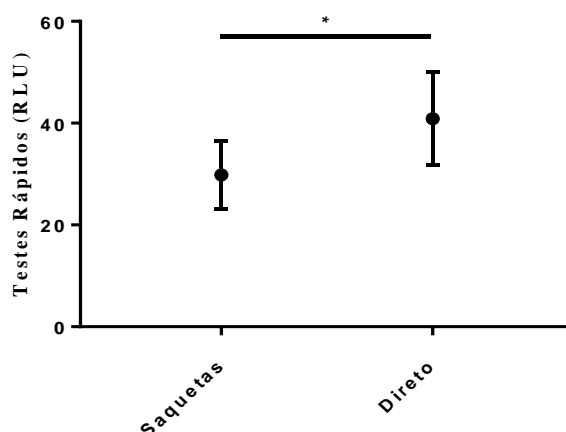


Figura 46 – Comparação entre os resultados obtidos para o embalagem em saquetas e os resultados obtidos para o embalagem direto para os Testes Rápidos. Os pontos representam a média e as barras os respectivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$, $n = 10$).

Na figura seguinte estão apresentados os resultados obtidos nos componentes para microrganismos totais utilizando zaragatoas convencionais em ambos os métodos de embalagem estudados, ao 7º dia de incubação. Os resultados para bolores e leveduras não se encontram apresentados uma vez que não houve crescimento dos mesmos em todas as amostras analisadas de ambos os métodos estudados, ao 7º dia de incubação.

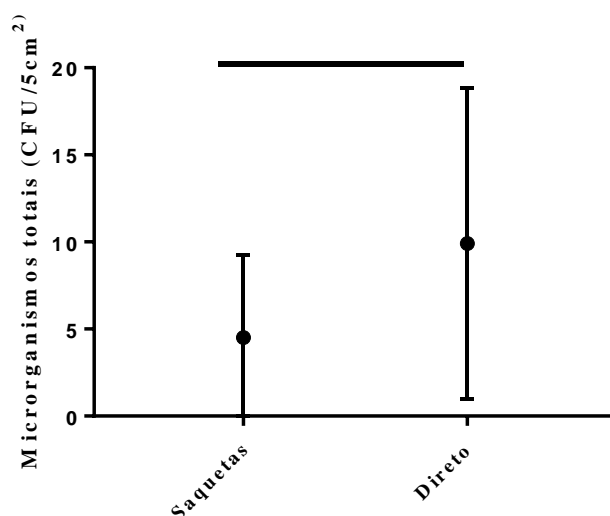


Figura 47 - Comparação entre os resultados obtidos para o embalamento em saquetas e os resultados obtidos para o embalamento direto para zaragatoas convencionais. Os pontos representam a média e as barras os respetivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$, $n = 10$).

Pela análise da Figura 47 verificou-se que, utilizando zaragatoas convencionais para análise de microrganismos totais, a diferença entre o método de embalamento por saquetas e o método direto não é significativo, ao contrário do demonstrado pela análise de zaragatoas de ATP.

Estes resultados podem justificar-se pelo facto de as zaragatoas de ATP indicarem o nível de limpeza de uma superfície, isto é, o seu resultado é uma indicação da sujidade orgânica presente que engloba a quantidade de matéria orgânica presente em conjunto com os microrganismos. Por outro lado, as zaragatoas convencionais apenas apresentam o número de microrganismos presentes. Como tal, pode dizer-se que a diferença encontrada entre as zaragatoas de ATP e as convencionais poderá corresponder à matéria orgânica depositada nos componentes analisados.

Melhorias para o futuro

Tendo em conta esta segunda parte do relatório e os resultados obtidos na mesma, sugerem-se as seguintes melhorias:

1. Estudar a possibilidade de lavar e/ou sanitizar as luvas anti corte utilizadas, de uma forma regular, para permitir reduzir a carga microbiana associada às mesmas bem como a sua reutilização;
2. Não utilizar as mesmas luvas com que manipulam os equipamentos para colocar material em linha e/ou manipular as embalagens durante a sua montagem pois poderá levar a situações de contaminação cruzada;
3. Apesar de as embalagens que passam pelo banho de deteção de fugas serem rejeitadas, propõe-se que esta água seja trocada a cada início de produção de forma a minimizar a sua carga microbiana bem como para prevenir situações de contaminação cruzada.
4. Substituir, de uma forma faseada e conforme as necessidades produtivas, a utilização do método de embalamento direto pelo método de embalamento em saquetas uma vez que este demonstrou ser mais eficaz, sob o ponto de vista microbiológico.
5. Analisar microbiologicamente componentes com diferentes tempos de *stock* e em ambos os métodos utilizados;
6. Consciencializar os operadores, através de ações de formação (por exemplo), que estes são a principal fonte de contaminação existente e que, por conseguinte, são eles que desempenham o papel principal na preservação da segurança do produto analisado.

As propostas apresentadas neste capítulo resultaram do trabalho de avaliação, sob o ponto de vista microbiológico, da linha de montagem de embalagens alimentares para alimentos não pasteurizados.

Conclusão

Hoje em dia, é de extrema importância assegurar que todos os elementos que constituem um produto alimentar sejam seguros e com qualidade desde o início da sua confeção até chegar às mãos do consumidor. Para isso, é imperativo que todas as empresas deste sector cumpram à risca todos os pré-requisitos e princípios que constam no sistema HACCP. Como tal, as unidades de fabrico de embalagens alimentares também deverão seguir as boas práticas para contribuir, de uma forma preventiva e estruturada, que os perigos associados às mesmas são reduzidos até um nível aceitável.

Tendo em conta o supracitado, pode concluir-se que o controlo microbiológico revelou ser uma ferramenta bastante útil na monitorização da segurança das embalagens alimentares analisadas. Através do estudo desenvolvido, foi possível avaliar diversos aspetos que podem afetar a qualidade do produto acabado em questão que, por sua vez, podem influenciar a análise de risco do perigo biológico associado às mesmas durante uma análise do plano HACCP.

De todas as análises realizadas, aquela que revelou haver diferenças significativas nos resultados obtidos foi na análise dos métodos de embalamento utilizados. As restantes não demonstraram diferenças significativas dos resultados obtidos entre o início e o fim do turno. Por último, constatou-se que a rejeição das embalagens que passam pelo banho de deteção de fugas é uma boa prática a seguir sob o ponto de vista microbiológico e, como tal, não deve ser abandonada.

Todas estas abordagens foram realizadas com o intuito de propor sugestões para melhorar microbiologicamente o processo de fabrico das embalagens alimentares em estudo, sendo que a sugestão mais importante recai sobre as luvas dos operadores, acima mencionada. Como tal, é recomendado um especial cuidado no manuseamento das embalagens alimentares metálicas desde a receção da folha até à expedição do produto acabado para que a segurança do consumidor esteja assegurada.

Para um profissional de tecnologia alimentar, este estudo torna-se bastante útil para compreender o processo de fabrico de uma embalagem alimentar metálica e quais os principais perigos microbiológicos associados à sua montagem e manipulação. Como tal, é mais fácil saber onde atuar para reduzi-los até níveis considerados aceitáveis.

Outros Projetos

Para além das atividades desenvolvidas no âmbito do estágio curricular já descritas, o estagiário coordenou um estudo que teve em vista o estabelecimento de especificações em Testes Rápidos 3M Clean Trace e zaragatoas convencionais para a higiene das mãos dos colaboradores do PSG VdC, aquando a utilização de luvas de látex bem como luvas de nitrilo.

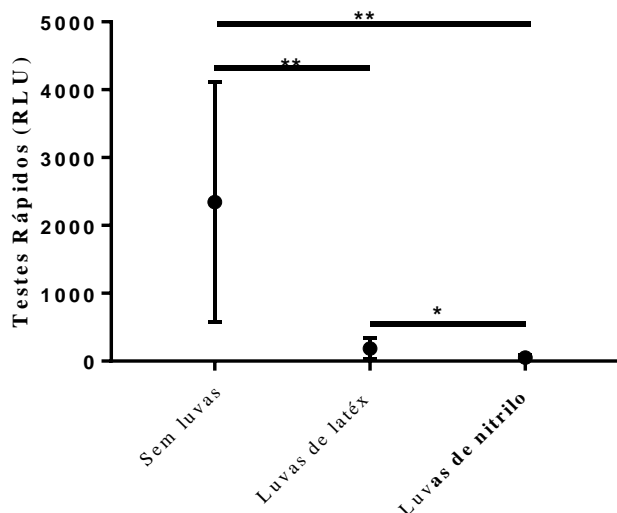


Figura 48 - Comparação entre os resultados obtidos para a não utilização de luvas, a utilização de luvas de látex e de nitrilo utilizando Testes Rápidos. Os pontos representam a média e as barras os respetivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0 \mu_1 = \mu_2$; $H_1 \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$ ** $p < 0,01$, $n = 10$).

Através deste estudo, foi possível perceber que a utilização de luvas, quer de látex quer de nitrilo reduz significativamente a carga microbiana. Estas diferenças foram verificadas para ambos os métodos utilizados. Para além disso verificou-se que, para as zaragatoas de deteção de ATP, a utilização das luvas de nitrilo é claramente mais eficaz na redução do nível de limpeza associada às mãos dos colaboradores.

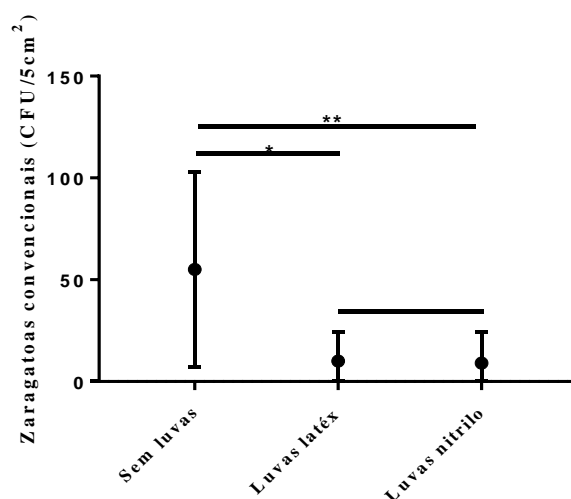


Figura 49 - Comparação entre os resultados obtidos para a não utilização de luvas, a utilização de luvas de látex e de nitrilo utilizando zaragatoas convencionais. Os pontos representam a média e as barras os respectivos desvios-padrão. (Teste t para a diferença entre a média de amostras não emparelhadas, $H_0: \mu_1 = \mu_2$; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, $p < 0,05$ ** $p < 0,01$, $n = 10$).

Analisando a Figura 49, constatou-se que, utilizando zaragatoas convencionais, a diferença entre a não utilização de luvas e a sua utilização (de látex ou de nitrilo) é estatisticamente significativa, sendo essa diferença maior relativamente às luvas de nitrilo. Por sua vez verificou-se que a diferença entre os dois tipos de luvas examinados não é significativa quando analisados através de zaragatoas convencionais.

Nas tabelas seguintes encontram-se as especificações estabelecidas para a utilização de luvas de látex, de nitrilo bem como para a não utilização de luvas para as zaragatoas de ATP (em RLU) bem como para as zaragatoas convencionais (em CFU/5cm²).

Tabela 12 - Especificações dos limites aceitável, de precaução e inaceitável das zaragatoas de ATP com e sem a utilização de luvas, em RLU.

	Limite aceitável	Limite de precaução	Limite inaceitável
Sem luvas	0-2350	2350-7050	7050+
Com luvas látex	0-180	180-540	540+
Com luvas nitrilo	0-51	51-153	153+

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 13 - Limites aceitável, de precaução e inaceitável das zaragatoas convencionais ao 7º dia de incubação, em TSA e SDA (em CFU/5cm²).³

		Limite aceitável	Limite de precaução	Limite inaceitável
TSA	Com luvas (nitrilo ou látex)	0-10	10-30	30+
	Sem luvas	0-55	55-165	165+
SDA	Com luvas (nitrilo ou látex)	0	0-1	1+
	Sem luvas	0	0-1	1+

As especificações dos limites mencionados nas Tabelas 12 e 13 foram determinadas tendo como base o documento do fornecedor do equipamento de análise das zaragatoas de ATP [51].

Além deste projeto, o estagiário realizou ainda um estudo em embalagens não alimentares bem como componentes com o intuito de determinar a presença de *S.aureus*, *Candida albicans*, *E.coli* e *Pseudomonas aeruginosa* através da análise de zaragatoas convencionais. Para além da realização de zaragatoas convencionais foram ainda realizadas Testes Rápidos 3M para obter, de uma forma expedita, o nível de limpeza das amostras realizadas.

Na tabela seguinte encontram-se os resultados para os Testes Rápidos com a respetiva média e desvio padrão. Por sua vez, nas Tabelas 15 e 16 encontram-se os resultados das zaragatoas convencionais realizadas tanto nas amostras de componentes como nas amostras de embalagens não alimentares.

Tabela 14 - Resultados dos Testes Rápidos (em RLU) realizados nas diferentes amostras analisadas assim como a respetiva média e desvio-padrão.

Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	Desvio padrão
Componentes	57	13	6	10	9	8	7	11	21	9	8	9	8	11	18	8	15	9	12	36	14,3	12,1
Embalagens não alimentares	53	6	19	7	6	70	6	8	10	15	5	87	5	5	11	5	11	6	7	4	17,3	23,7

³ Para a realização desta análise utilizou-se 10mL de diluente.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 15 - Resultados das análises realizadas aos tempos com zaragatoas convencionais ao 3º, 5º e 7º dias de incubação a $32 \pm 2^\circ\text{C}$ (em CFU/mL).

Amostras	Componentes					
	Meio para contagem de bactérias totais			Meio para detecção de bolores e leveduras		
	3º dia	5º dia	7º dia	3º dia	5º dia	7º dia
1	<9	<9	<9	<9	<9	<9
2	<9	<9	<9	<9	<9	<9
3	<9	<9	<9	<9	<9	<9
4	<9	<9	<9	<9	<9	<9
5	<9	<9	<9	<9	<9	<9
6	<9	<9	<9	<9	<9	<9
7	<9	<9	<9	<9	<9	<9
8	<9	<9	<9	<9	<9	<9
9	18	18	18	<9	<9	<9
10	72	90	90	<9	<9	<9
11	<9	<9	<9	<9	<9	<9
12	<9	<9	<9	<9	<9	<9
13	9	9	9	<9	<9	<9
14	<9	<9	<9	<9	<9	<9
15	9	18	18	<9	<9	<9
16	<9	<9	<9	<9	<9	<9
17	<9	<9	<9	<9	<9	<9
18	<9	<9	<9	<9	<9	<9
19	27	27	27	<9	<9	<9
20	<9	<9	<9	<9	<9	<9

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 16 - Resultados das análises realizadas às embalagens não alimentares, com zaragatoas convencionais ao 3º, 5º e 7º dias de incubação a $32 \pm 2^\circ\text{C}$ (em CFU/mL).⁴

Amostras	Embalagens não alimentares					
	Meio para contagem de bactérias totais			Meio para deteção de bolores e leveduras		
	3º	5º	7º	3º	5º	7º
1	9	9	9	<9	<9	<9
2	18	18	18	<9	<9	<9
3	18	18	18	<9	<9	<9
4	18	18	18	<9	<9	<9
5	9	9	9	<9	<9	<9
6	32	32	32	27	27	27
7	<9	<9	<9	9	9	9
8	<9	<9	<9	<9	<9	<9
9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
10	27	27	27	<9	<9	<9
11	<9	<9	<9	<9	<9	<9
12	9	9	9	<9	<9	<9
13	<9	<9	<9	<9	<9	<9
14	<9	<9	<9	9	9	9
15	<9	<9	<9	<9	<9	<9
16	9	9	9	<9	<9	<9
17	9	9	9	<9	<9	<9
18	<9	<9	<9	<9	<9	<9
19	9	9	9	<9	<9	<9
20	<9	<9	<9	<9	<9	<9

Após o 7º dia de incubação, realizou-se uma identificação por plaqueamento de todas as colónias que eram visualmente diferentes entre si. Assim sendo, na Tabela 17 encontra-se descrito resumidamente o protocolo executado de forma a se tentar identificar se, das colónias isoladas, alguma delas pode ser reconhecida como uma das 4 espécies de microrganismos apresentadas.

⁴ Os registos das Tabelas 15 e 16 já têm em conta a suspensão inicial.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Tabela 17 - Método de identificação de *Candida albicans*, *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* por plaqueamento.

	Microrganismos			
	<i>Candida albicans</i>	<i>E.coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Enriquecimento	MLB/Eugon LT 100	MLB/Eugon LT 100	MLB/Eugon LT 100	MLB/Eugon LT 100
	Entre 20h-72h a 32 °C	Entre 20h-72h a 32 °C	Entre 20h-72h a 32 °C	Entre 20h-72h a 32 °C
Isolamento	SDA	MacConkey/MLSA	Cetrimide Agar	Baird Parker Agar (BPA)
	Entre 24-48h a 32°C	Entre 24h-48h a 32 °C	Entre 24h-48h a 32 °C	Entre 24h-48h a 32 °C
Identificação	Corn meal agar com 1% Tween 80 (CMA)	EMB agar	PIA	Mannitol Salt Agar (MSA)
	Entre 2-7 dias a 25 °C	Entre 24h-48h a 32 °C	Entre 24h-72h a 32 °C	Entre 24h-48h a 32 °C

Após as análises realizadas (inclusivamente em laboratório externo), foi possível concluir que nenhum dos microrganismos que se desenvolveram pertencem ao grupo de microrganismos que era objetivo identificar (particularmente *S. aureus*).

Para além destes dois estudos realizados pelo estagiário, este desenvolveu ainda competências na realização de análises microbiológicas de matérias-primas, produtos ativos e produtos finais, na análise de águas do sistema de tratamento de osmose e águas de lavagem de linhas, análises de bancadas, ar e sopradores de linhas, entre outras.

A gestão de não conformidades externas, isto é, não conformidades com origem no fornecedor que não dependem do local de deteção, foi outra das atividades desenvolvidas durante o estágio bem como a atualização e formulação de procedimentos e mapas de registo.

O estagiário realizou ainda atividades no controlo de primeiras produções, denominadas de “*Qualification Test*”.

Bibliografia

1. Colep Portugal, S., *Guideline USP Purified Water*. 2014.
2. Jesus, S., *Implementação do método de filtração por membrana e propostas de melhoria da limpeza da linha de gel de barbear*. 2015, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto/ Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. p. 89.
3. Chaves, L., *Estudo da Cinética de Formação de Biofilmes em Superfícies em Contacto com Água Potável*, in *Departamento de Engenharia Biológica da Universidade do Minho*. 2004, Universidade do Minho. p. 186.
4. Group, H., *Clean-in-Place best practice guidelines - Part I: Compare CIP with Best Practice*, S.W. Fund, Editor. 2010. p. 33.
5. Web Finance, I. [cited 2016 21 de Junho]; Available from: <http://www.businessdictionary.com/definition/cost-saving.html>.
6. Colep Portugal, S. [cited 2016 April 25th]; Available from: <http://www.colep.com/about-us/history>.
7. RAR, G. [cited 2016 April 25th]; Available from: http://www.rar.com/en/the_company_colep/colep/.
8. Tamime, A.Y., *Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations*, ed. 3th. 2008: Blackwell Publishing Ltd.
9. Davey, K.R., S. Chandrakash, and B.K. O'Neill, *A Friday 13th assesement of clean-in-place removal of whey protein deposits from metal surfaces with auto-set cleaning times*. Chemical Engineering Science, 2015. **126**: p. 106-115.
10. Palmowski, L., et al., *Clean in Place - A Review of Current Tecnology and its use in thr food and beverage industry*. 2005, School of Engineering and Technology, Deakin University. p. 79.
11. Canut, A., et al., *Reducing costs by integrating ozonated water in the CIP systems*. Journal of Hygienic Engineering and Design, 2008: p. 47-50.
12. Barbosa, T.J.A., *Optimização de Sistemas CIP*, in *Engenharia Química*. 2010, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. p. 65.
13. *Manual de higienização na indústria alimentar*.
14. Baptista, P., ***Higienização de equipamentos e instalações na indústria agro-alimentar***. Forvisão - Consultoria em Formação Integrada, Lda. p. 68.
15. group, H., *Clean-in-Place Best Practice Guidelines- Part III Extra information on CIP*. 2010: p. 39.

16. Ferraz, D.C., *Optimização dos Programas de Higienização na Área da Produção de Cerveja*, in *Engenharia Química*. 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. p. 40.
17. D'Souza, N.M. and A.J. Mawson, *Membrane Cleaning in the Dairy Industry: A Review*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2005. **45**(2): p. 125-134.
18. Eide, M.H., J.P. Homleid, and B. Mattson, *Life cycle assesement (LCA) of cleaning-in-place process in dairies*. Food Science and Technology, 2003. **36**: p. 303-314.
19. Göransson, A. and K. Petersson, *A systematic approach to food safety*. Journal of Hygienic Engineering and Design, 2012: p. 179-181.
20. System, M.C.-T.H.M., *ATP, RLUs and CFUs*.
21. Zeller, A.O., *Cleaning Validation and Residue Limits: A Contribution to Current Discussions*. Pharmaceutical Technology Europe, 1993: p. 18-27.
22. Projet, O.C., *Study of the cleaning in place techniques*.
23. Pettigrew, L., et al., *Optimisation of water usage in a brewery clean-in-place system using reference nets*. Journal of Cleaner Production, 2014. **87**: p. 583-593.
24. Jude, B. and E. Lemaire, *How to Optimize Clean-in-place (CIP) Processes in Food and Beverage Operations*, S. Electric, Editor. 2013.
25. SPX, *CIP and Sanitation of Process Plant*. 2013. p. 24.
26. Working Group for Cleaner Production in the Food Industry, U., *Eco efficiency for the dairy processing industry*, D. Australia, Editor. 2004. p. 153.
27. WHO, *Turbidity measurement*.
28. Castilho, M.S.S.M., *Manual de boas práticas de fabrico de embalagens alimentares - Cartolina e Cartão Canelado*, I.S.d.E.e. Ciências, Editor. 2012. p. 138.
29. WPO, W.P.O., *Market Statistics and Future Trends in Global Packaging*, W.P. Organisation, Editor. 2008. p. 44.
30. Robertson, G.L., *Food Packaging: Principles and Practice, Third Edition*. 2013, CRC Press Taylor & Francis Group.
31. *Directiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Dezembro de 1994 relativa a embalagens e resíduos de embalagens*.
32. WHO and FAO, *Codex Alimentarius - Food Hygiene: basic texts*. 2009. **4th**: p. 136.
33. Poças, M.d.F.F. and R. Moreira, *Segurança Alimentar e Embalagem*. 2003: ESB/UCP - Porto.

34. Berger, K.R., *A Brief History of Packaging*, U.o.F.-I. extension, Editor.
35. Alves, M., *Fatores de selecção da embalagem "Produtos Alimentares"*. 2011, Centro Nacional de Embalagem. p. 29.
36. Rodrigues, L., *Embalagens*. 2014/20145, Universidade do Minho. p. 64.
37. Marsh, K. and B. Bugusu, *Food Packaging - Roles, Materials and Environmental Issues*. Institute of Food Technologists, 2007.
38. *Regulamento (UE) nº1169/2011 de 25 de Outubro*.
39. Golan, E., et al., *Traceability in the U.S. food supply: economic theory and industry studies*. Agricultural Economic Report, 2004(830): p. 56.
40. Poças, M.d.F.F., *Segurança dos materiais de embalagem*. Segurança e Qualidade Alimentar, 2007(2): p. 24-25.
41. Yam, K.L., *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. 3rd ed. 2009: John Wiley & Sons, Inc.
42. Turner, T.A., *Canmaking for Can Fillers*. 2001: Sheffield Academic Press.
43. Franco, M.d.F., *Qualificação de Auditores Internos do Sistema HACCP*. 2015, BioConnection - Consultoria e Formação, Lda. p. 100.
44. Baptista, P., G. Pinheiro, and P. Alves, *Sistema de Gestão de Segurança Alimentar*. 2003: Forvisão- Consultoria em formação intergada, lda. p. 129.
45. *Regulamento (UE) nº1935/2004 de 27 de Outubro*.
46. *Regulamento (CE) nº2023/2006 de 22 de Dezembro*.
47. *EN 15593- Packaging - Management of hygiene in the production of packaging for foodstuffs - Requirements*.
48. Goldman, E. and L.H. Green, *Practical Handbook of Microbiology*. 2nd ed. 2009. 854.
49. Kocur, M., W.E. Kloos, and K.-H. Schleifer, *Prokaryotes*. 2006. p. 961-971.
50. Yu, J., et al., *Genome Sequence of Penicillium solitum RS1, which causes postharvest apple decay*. American Society for Microbiology, 2016. 4(3): p. 1-2.
51. Hygiena, *A Guide to ATP Hygiene Monitoring*. p. 1-32.

Anexo

Anexo I – Ficha técnica de produto do detergente estudado



SolCip

Detergente

SolCip é um agente de limpeza à base de solventes e tensioativos, alcalino, concebido para utilização em operações de limpeza de linhas/tubagens em circuito (CIP).

APLICAÇÕES

CIP
Limpeza de depósitos
Limpeza de equipamentos industriais

BENEFÍCIOS

Solúvel em água
Não espumante
Versátil – pode ser aplicado nos mais diversos equipamentos
Excelente capacidade detergente

PROPRIEDADES

Estado físico.....líquido
Cór.....incolor
Capacidade espumante.....fraca
Fragrância..... não tem
pH (20°C).....11,0-12,5
Densidade (20°C).....0,90-0,92 g/cm³

COMPATIBILIDADE COM MATERIAIS

Pode ser utilizado em todo o tipo de metais, borrachas e plásticos normalmente usados em equipamentos industriais, devendo-se, no entanto, respeitar as condições de utilização.

DISPONÍVEL EM

Jerricans plásticos de 20 litros. Bidões plásticos de 200 litros. Depósitos plásticos de 1.000 litros

ARMAZENAMENTO

Não armazenar conjuntamente com ácidos.

INDICAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO

Usar soluções do produto com 2-5% de concentração volumétrica. Recomendam-se temperaturas entre 65-80°C. Os tempos de contato/recirculação dependem do tipo de limpeza/exigência, mas recomenda-se no mínimo 30 minutos. No fim, enxaguar para assegurar remoção total do produto e resíduos.

SEGURANÇA

Deixar fora do alcance das crianças. Para uso institucional e industrial. Evitar contacto com olhos e pele. No caso de contacto com pele e olhos: lavar abundantemente com água durante pelo menos 15 min. Utilizar luvas e equipamento de protecção aquando da sua utilização. Não ingerir. No caso de ingestão: não induzir vômito. Beber abundantemente água.

FT PF 175

Ed.00

Data:Fev/16



Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

Anexo II – Ficha de dados de segurança do detergente estudado.

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (CE) nº 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 02/02/2016



Página: 11 de 10

Data de impressão: 02-02-2016

SECÇÃO 1: IDENTIFICAÇÃO DA MISTURA E DA SOCIEDADE/EMPRESA.

1.1 Identificador do produto.

Nome do produto: **SolCip**
Código do produto: **FS PF 84-01**

1.2 Utilizações identificadas relevantes da mistura e utilizações desaconselhadas.

Detergente

Uso não aconselhado:

Uso distinto dos identificados.

1.3 Identificação do fornecedor da ficha de dados de segurança.

Empresa: **Quimitecnica.com - Comércio e Indústria Química, S.A.**
Endereço: **Rua 25, nº 27 A - Parque Empresarial do Barreiro, Caixa Postal 5106**
População: **2894-904, Barreiro**
Distrito: **Setúbal**
Telefone: **212 206 9100**
Fax: **212 206 9198**
E-mail: **quimitecnica.com@quimitecnica.pt**
Web: **http://quimitecnica.com/**

1.4 Número de telefone de emergência: 21 206 91 00-99, disponível em horário de escritório; segunda-feira- sexta-feira; 09:00-18:00]

SECÇÃO 2: IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS.

2.1 Classificação da mistura.

Segundo o Regulamento (CE) nº 1272/2008:

Acute Tox. 4+ Nocivo em contacto com a pele ou por inalação.
Acute Tox. 4+ Nocivo por ingestão.
Acute Tox. 4+ Nocivo por contacto com a pele ou inalação.
Sev. Dam. 4+ Provoca lesões oculares graves.
Sev. **Env. 3+** Provoca irritação cutânea.

2.2 Elementos do rótulo.

Estilizado de acordo com o Regulamento (EU) No 1272/2008:

Símbolos:



Palavras-chave:

Perigo

Frases H:

H302+H332+H333 Nocivo por ingestão, contacto com a pele ou inalação.
H315 Provoca irritação cutânea.
H318 Provoca lesões oculares graves.

Frases P:

P201+P202 Usar luvas de proteção/estufar de proteção/proteção ocular/proteção facial.
P210 Contato imediatamente um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS(médico) ...
P231 Eliminar o conteúdo/não pôr em ...
P262+P264 EM CASO DE CONTACTO COM A PELE: lavar abundantemente com água/...
P264+P240 EM CASO DE INALAÇÃO: retirar a pessoa para uma zona ao ar livre e mantê-la numa posição que não dificulte a respiração.
P262+P264 Retirar a roupa contaminada e lavá-la antes de se voltar a usar.

Parque Empresarial do Barreiro, Rua 25, nº 27, Caixa Postal 5106 – 2894-904 BARREIRO

Telefone: 212 206 100 – Fax: 212 206 198

-Continua na página seguinte-

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) n.º 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Edição: 22 de 10

Data de impressão: 03-02-2018

P305+P351+P338 SE ENTRAR EM CONTACTO COM OS OLHOS: enxaguar cuidadosamente com água durante várias minutos. Se usar lentes de contacto, retirá-las, se tal lhe for possível. Continuar a enxaguar.

Mantê-lo fora do alcance das crianças.

Contém:

2-butoxietanol, éter monobutílico do etilenglicol
2-aminocetanol, clonidina

2.3 Outros perigos.

Em condições de uso normal e na sua forma original, o produto não tem efeitos negativos sobre a saúde e o meio ambiente.

SECÇÃO 3: COMPOSIÇÃO/INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES.

3.1 Substâncias.

Não Aplicável.

3.2 Misturas.

Substâncias que representam um perigo para a saúde ou o meio ambiente de acordo com o Regulamento (CE) No. 1272/2008, têm atribuído um limite de exposição comunitário no local de trabalho, estão classificadas como PBT/ mPmS ou incluídas na Lista de Candidatos:

Identificadores	Nome	Concentração	(*)Classificação-Regulamento 1272/2008	
			Classificação	Limites de concentração específicos
N. Índice: 009-014-00-0 N. CAS: 111-76-2 N. CE: 203-903-0 N. registo: 01-2119475000-20-0000	[1] 2-butoxietanol, éter monobutílico do etilenglicol	50 - 100 %	AcuTox. 4 ^H , H312 - AcuTox. 4 ^H , H332 - AcuTox. 4 ^H , H302 - Evc 1mL 2, H310 - Skin 3mL 2, H315	-
N. Índice: 009-030-00-0 N. CAS: 141-43-5 N. CE: 205-633-5 N. registo: 01-2119428425-20-0000	[1] 2-aminocetanol, clonidina	1 - 5 %	AcuTox. 4 ^H , H312 - AcuTox. 4 ^H , H332 - AcuTox. 4 ^H , H302 - Skin Corr. 10, H314	STOT SE 3, H335: C 2- 5 %
N. Índice: 009-008-00-0 N. CAS: 112-34-5 N. CE: 203-981-0 N. registo: 01-2119475000-44-0000	[1] 2-(2-butoxietóxi)etanol	1 - 10 %	Evc 1mL 2, H310	-

(*)O texto completo das frases H é permanentemente no período 16 desta Ficha de Segurança.

^H Ver Regulamento (CE) Nº 1272/2008, anexo VI, ponto 1.2.

[1] Substância à qual se aplica limite de exposição comunitário no local de trabalho (versão 3.1).

SECÇÃO 4: PRIMEIROS SOCORROS.

4.1 Descrição das medidas de primeiros socorros.

Nas casos de dúvida, ou quando persistirem os sintomas de mal-estar, solicitar atenção médica. Não administrar nunca nada por via oral a pessoas que se encontram inconscientes.

Inalação

Situar a vítima de imediato ao ar livre, mantê-lo quieto e em repouso, se a respiração for irregular ou se deixar, praticar respiração artificial. Não administrar nada pela boca. Se estiver inconsciente, colocá-lo numa posição de segurança e procurar ajuda médica.

Contacto com a pele

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) n.º 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Revista: 33 de 10

Data de impressão: 03-02-2018

Lavar abundantemente as mãos com água limpa e fresca durante, pelo menos, 10 minutos, passando para cima das palmeiras e procurar assistência médica.

Contato com pele.

Tirar a roupa contaminada. Lavar a pele vigorosamente com água e sabão ou um limpador de pele adequada. NUNCA utilizar solventes ou diluentes.

Ingestão.

Se acidentalmente for ingerido, procurar imediatamente atenção médica. Mantê-lo em repouso. NUNCA provocar o vômito.

4.2 Síntomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como retardados.

Produto Nocivo: uma exposição prolongada por inalação pode causar efeitos encefálicos e impor a necessidade de assistência médica imediata.

4.3 Indicações sobre cuidados médicos urgentes e tratamentos especiais necessários.

Nas casos de dúvida, ou quando persistirem os sintomas de mal-estar, solicitar atenção médica. Não administrar nunca nada por via oral a pessoas que se encontrem inconscientes.

SECÇÃO 5: MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS.

O produto NÃO está classificado como inflamável; em caso de incêndio dever-se-á seguir as medidas expostas em seguida:

5.1 Medios de extinção.

Meios de extinção recomendados:

Pó extintor ou CO₂. Em caso de incêndios mais graves também capuma resistente ao álcool e água pulverizada. Não usar para a extinção jato direto de água.

5.2 Perigos especiais decorrentes da mistura.

Riscos especiais.

O fogo pode produzir um espesso fumo negro. Como consequência da decomposição térmica, podem formar-se produtos perigosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. A exposição aos produtos de combustão ou decomposição pode ser prejudicial para a saúde.

5.3 Recomendações para o pessoal de combate a incêndios.

Refrigir com água de tanques, sistemas ou recipientes próximos à fonte de calor ou fogo. Ter em conta a direção do vento.

Evitar que os produtos utilizados na luta contra incêndio passem a vapores, fumos ou gotas de água.

Equipamento de proteção contra incêndios.

Segurança e magnitude do incêndio: pode ser necessária a uso de roupa de proteção contra o calor, equipamento respiratório autónomo, luvas, óculos protetores ou máscara facial e botas.

SECÇÃO 6: MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS.

6.1 Precauções individuais, equipamento de proteção e procedimentos de emergência.

Para controlo da exposição e medidas de proteção individual, ver secção 8.

6.2 Precauções a nível ambiental.

Evitar a poluição de cisternas, águas superficiais ou subterrâneas, bem como do solo.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza.

Recolher o vertido com materiais absorventes não combustíveis (terra, areia, vermiculita, terra de diatomáceas...). Despejar o produto e o absorvente num container adequada. A zona contaminada deve ser limpa imediatamente com um descontaminante adequada. Deixar o descontaminante aos locais e deixá-lo durante vários dias até que não se produza reação, num recipiente bem fechado.

6.4 Remissão para outras secções.

Para controlo da exposição e medidas de proteção individual, ver secção 8.

Para a posterior eliminação dos resíduos, seguir as recomendações da secção 13.

SECÇÃO 7: MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM.

7.1 Precauções para um manuseamento seguro.

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) nº 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Página 44 de 10
Data de impressão: 03-02-2018

Para a proteção pessoal, ver seção 8. Não utilizar nunca pressão para cavetar as recipientes, não são recipientes resistentes à pressão.

Na zona de aplicação deve ser proibido fumar, comer e beber.

Cumprir com a legislação sobre segurança e higiene no trabalho.

Conservar o produto em recipientes de um material idêntico ao original.

7.2 Condições de armazenagem seguras, incluindo eventuais incompatibilidades.

Armazenar segundo a legislação local. Observar as indicações da etiqueta. Armazenar as recipientes entre 5 e 35 °C, num local seco e bem ventilado, longe da fonte de calor e da luz solar directa. Manter longe das fontes de ignição. Manter longe de agentes oxidantes e de materiais fortemente ácidos ou alcalinos. Não fumar. Evitar a entrada de pessoas não autorizadas. Depois de ter aberto as recipientes, estas devem ser fechadas de novo com cuidado, e colocadas verticalmente para evitar danos.

O produto não está afectado pela Directiva 2011/18/UE (SEVESO III).

7.3 Utilizações finais específicas.

Consultar a ficha técnica.

SECÇÃO 8: CONTROLO DA EXPOSIÇÃO/PROTEÇÃO INDIVIDUAL.

8.1 Parâmetros de controlo.

Limite de exposição durante o trabalho para:

Nome	N. CAS	País	Valor-limite	ppm	mg/m ³
2-butoxicetanol, éter monobútilico do etilénico	111-78-2	European Union [1]	Dito hora	20 (skin)	95 (skin)
			Curta duração	50 (skin)	248 (skin)
		Portugal [2]	Dito hora	20	95,7
			Curta duração		
2-aminocetanol, etanolamina	141-43-5	European Union [1]	Dito hora	1 (skin)	2,5 (skin)
			Curta duração	3 (skin)	7,5 (skin)
		Portugal [2]	Dito hora	3	7,5
			Curta duração	6	15,0
2-(2-butoxietil)etanol	112-34-5	European Union [1]	Dito hora	10	67,5
			Curta duração	15	101,2

[1] According both Binding Occupational Exposure Limits (BOELs) and Indicative Occupational Exposure Limits (IOELs) adopted by Scientific Committee for Occupational Exposure Limits to Chemical Agents (SCOEL).

[2] De acordo com Portaria Portaria 1798 de 2009 pelo Instituto português de qualidade.

O produto NÃO contém substâncias com Valores Biológicos Limites.

Níveis de concentração DNEL/DNEL:

Nome	DNEL/DNEL	Tipo	Valor
2-butoxicetanol, éter monobútilico do etilénico N. CAS: 111-78-2 N. CE: 203-903-0	DNEL (Workers)	Inhalation, Long-term, Systemic effects	95 (mg/m ³)
2-aminocetanol, etanolamina N. CAS: 141-43-5 N. CE: 203-483-3	DNEL (Workers)	Inhalation, Long-term, Local effects	3,3 (mg/m ³)
2-(2-butoxietil)etanol N. CAS: 112-34-5 N. CE: 203-981-8	DNEL (Workers)	Inhalation, Long-term, Local effects	67,5 (mg/m ³)
	DNEL (Workers)	Inhalation, Long-term, Systemic effects	67,5 (mg/m ³)

DNEL: Derived No Effect Level, (nível sem efeito detectável) nível de exposição à substância por baixo do qual não são previstas efeitos adversos.

DNEL: Derived Minimal Effect Level, nível de exposição que corresponde a um risco baixo, que deve ser considerado um risco mínimo tolerável.

8.2 Controlo da exposição

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) nº 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Página 35 de 38

Data de impressão: 03-02-2018

Medidas de emergência:

Prever uma ventilação adequada, a qual pode ser conseguida mediante uma boa extração /ventilação local e um bom sistema geral de extração.

Concentração:	100 %		
Uso:	Detergente		
Proteção respiratória:			
Se as medidas técnicas recomendadas forem cumpridas, não é necessário qualquer equipamento de proteção individual.			
Proteção das mãos:			
EPI:	Luvas de proteção contra produtos químicos		
Características:	Montação «CE» Categoria III.		
Normas CEN:	EN 374-1, EN 374-2, EN 374-3, EN 420		
Manutenção:	Devem ser guardadas em lugar seco, afastadas de eventuais fontes de calor, e deverão evitar a exposição aos raios solares na medida do possível. Não devem ser efectuadas nas luvas quaisquer modificações que possam alterar a sua resistência e também não se devem aplicar nas mesmas óleos, solventes ou aditivos.		
Observações:	As luvas devem ser do tamanho correcto, e ser ajustadas à mão sem ficarem demasiado folgadas nem demasiado apertadas. Devem ser sempre utilizadas com as mãos limpas e secas.		
Material:	PVC (plástico polivinílico)	Tempo de penetração (min.):	> 600
		Espessura do material (mm):	0,23
Proteção dos olhos:			
EPI:	Óculos de protecção com armação integral		
Características:	Montação «CE» Categoria II. Protetor dos olhos de armação integral para a protecção contra pó, fumos, neblinas e vapores.		
Normas CEN:	EN 165, EN 166, EN 167, EN 168		
Manutenção:	A validade óptica dos óculos deve ser ótima, razão pela qual se devem limpar diariamente com elementos, devendo os protetores ser desinfectados periodicamente, seguindo as instruções do fabricante.		
Observações:	Exemplos de indicadores de deterioração: coloração amarela das lentes, ranhuras superficiais das lentes, rasgos, etc.		
Proteção do pé:			
EPI:	Calçado de trabalho		
Características:	Montação «CE» Categoria II.		
Normas CEN:	EN ISO 13287, EN 20347		
Manutenção:	Este artigo adapta-se à forma do pé do primeiro utilizador. Por este motivo, e igualmente por questões de higiene, deverão evitar a sua reutilização por qualquer outra pessoa.		
Observações:	O calçado de trabalho para uso profissional é o que incorpora elementos de protecção destinados à protecção do utilizador contra as lesões que possam provocar acidentes.		

SECÇÃO 9: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.

9.1 Informações sobre propriedades físicas e químicas de base.

Aspecto: Líquido transparente claro característico

Cor: Incolor

Odor: N.D./N.A.

Límiter alérgico: N.D./N.A.

pH: [11,0 - 12,5]

Ponto de fusão: N.D./N.A.

Ponto de ebulição: N.D./N.A.

Ponto de inflamação: > 55 °C

Taxa de evaporação: N.D./N.A.

Inflamabilidade (sólido, gás): N.D./N.A.

Límiter inferior explosão: N.D./N.A.

Límiter superior explosão: N.D./N.A.

Pressão de vapor: N.D./N.A.

Densidade de vapor: N.D./N.A.

Densidade relativa: 0,90 - 0,92 g/cm³

Solubilidade: N.D./N.A.

Lipossolubilidade: N.D./N.A.

Hidrossolubilidade: N.D./N.A.

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) nº 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Página 88 de 10

Data de impressão: 03-02-2018

Coeficiente de reparte (metanol/água): N.D./N.A.
 Temperatura de autoignição: N.D./N.A.
 Temperatura de decomposição: N.D./N.A.
 Viscosidade: N.D./N.A.
 Propriedades explosivas: N.D./N.A.
 Propriedades comburentes: N.D./N.A.
 N.D./N.A. = Não Determinável/Não Aplicável devido à natureza do produto.

9.2. Informação adicional.**SECÇÃO 10: ESTABILIDADE E REATIVIDADE.****10.1 Reatividade.**

O produto não apresentar riscos devido à sua reatividade.

10.2 Estabilidade química.

Instável em contacto com:

- Ácidos.
- Bases.
- Agentes oxidantes.

10.3 Possibilidade de reações perigosas.

Em determinadas condições pode produzir-se uma reação de polimerização.

10.4 Condições a evitar.

Evitar as seguintes condições:

- Aquecimento.
- Alta temperatura.
- Contacto com materiais incompatíveis.

10.5 Materiais incompatíveis.

Evitar as seguintes materiais:

- Ácidos.
- Bases.
- Agentes oxidantes.

10.6 Produtos de decomposição perigosos.

Dependendo das condições de uso, podem ser gerados as seguintes produtos:

- COx (óxidos de carbono).
- Compostos orgânicos.

SECÇÃO 11: INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA.

O 2-butanolateno, e o seu acetato, é facilmente absorvido pela pele e pode causar efeitos nocivos nos rins.

11.1 Informações sobre os efeitos toxicológicos.

O contacto repetido ou prolongado com o produto, pode causar a eliminação da gordura da pele, dando lugar a uma dermatite de contacto não alérgica e a que o produto seja absorvido através da pele.

Informação Toxicológica sobre as substâncias presentes na composição.

Nome	Tipo	Ensaio	Toxicidade aguda	
			Espécie	Valor
				4701 (mg/kg/bw) [1]
2-butanolateno, éster monoetilico do etilenoglicol	Oral			
		[1] New Chemical Company Report, Vol. MSC-48		
	Cutânea	LC50	Rabbit	210 (mg/kg bw) [1]
	Inalação			
		[1] New Chemical Company Report, Vol. MSC-48		
		LC50	Rat	2,17 (mg/l/4 h) [1]

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) nº 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Página 77 de 10

Data de impressão: 03-02-2018

N. CAS: 111-78-2	N. CE: 203-905-0		[1] Toxicology and Applied Pharmacology, Vol. 88, Pg. 405, 1993
2-aminodanazol,clanazolamina		Oral	LD50 Rat 1720 (mg/kg bw) [1]
		Cutânea	[1] Toxicology and Applied Pharmacology, Vol. 42, Pg. 417, 1977
			LD50 Rabbit 1010 (mg/kg bw) [1]
N. CAS: 141-43-5	N. CE: 205-483-5	Inalação	[1] Union Carbide Data Sheet, Vol. 1/13/1972

a) Toxicidade aguda;

Produto classificado:

Toxicidade aguda (Via cutânea), Categoria 4: Nocivo em contacto com a pele.

Toxicidade aguda (Via inalação), Categoria 4: Nocivo por inalação.

Toxicidade aguda (Via oral), Categoria 4: Nocivo por ingestão.

Estimativa de toxicidade aguda (ATE):

:

ATE (Cutânea) = 1125 mg/kg

ATE (Inalação) = 4815 mg/l/4 h (Gase)

ATE (Oral) = 513 mg/kg

b) Corrosão/irritação cutânea;

Produto classificado:

Irritante cutâneo, Categoria 2: Provoca irritação cutânea.

c) Lesões oculares graves/irritação ocular;

Produto classificado:

Lesões oculares graves, Categoria 1: Provoca lesões oculares graves.

d) Sensibilização respiratória ou cutânea;

Dados não inclusivos para a classificação.

e) Mutagenicidade em células germinativas;

Dados não inclusivos para a classificação.

f) Carcinogenicidade;

Dados não inclusivos para a classificação.

g) Toxicidade reprodutiva;

Dados não inclusivos para a classificação.

h) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) - exposição única;

Dados não inclusivos para a classificação.

i) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) - exposição repetida;

Dados não inclusivos para a classificação.

j) Perigo de aspiração.

Dados não inclusivos para a classificação.

SECÇÃO 12: INFORMAÇÃO ECOLÓGICA.**12.1 Toxicidade.**

Nome	Tipo	Ensaio	Ecotoxicidade	
			Espécie	Valor
2-butanodanazol, ilor monobutílico do cloranisol	Pelica	LC50	Fish	1370 (mg/l) [1]

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) n.º 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Página 58 de 10

Data de impressão: 03-02-2018

N. CAS: 111-78-2	N. CE: 203-905-0			[1] Dawson, G.W., A.L. Jennings, D. Drodowski, and E. Rüder 1977. The Acute Toxicity of 47 Industrial Chemicals to Fresh and Saltwater Fishes. J.Hazard Mater. 1(4):303-318 (OECD Data File)		
				LC50	Crustacean	800 (mg/l) [1]
				aquáticas	[1] Blackman, R.A.A. 1974. Toxicity of Oil-Sinking Agents. Mar.Pollut.Bull. 5:116-118	
2-aminodanol,clanolanina				LC50	Fish	220 (mg/l) [1]
				Peixes	[1] Wolcott, S.C., D.D. Harrison, and R.C. Veight 1970. Toxicity of CB-2 Decontamination Products. Tech.Report AFATL-TR-70-88, Air Force Ammunition Laboratory, Eglin Air Force Base, FL 32543 (U.S. NTIS AD-879811)	
				Invertebrados		
N. CAS: 141-45-5	N. CE: 208-483-3			aquáticas		
				Plantas		
				aquáticas		

12.2 Persistência e degradabilidade.

Não há informação disponível sobre a persistência e degradabilidade do produto.

Os componentes do produto cumprem com os critérios de biodegradabilidade estabelecidos no Regulamento (CE) n.º 648/2004 relativo aos detergentes.

12.3 Potencial de bioacumulação.

Informações relativas à Bioacumulação das substâncias presentes.

Nome	Bioacumulação			
	Log Pow	BCP	NOECs	Nível
2-butoxidanól, 4-ter manobutóis de cloranogol N. CAS: 111-78-2 N. CE: 203-905-0	0,8	-	-	Muito baixo
2-aminodanól,clanolanina N. CAS: 141-45-5 N. CE: 208-483-3	-1,31	-	-	Muito baixo
2-(2-butoxidól)clanól N. CAS: 112-34-5 N. CE: 203-961-5	0,55	-	-	Muito baixo

12.4 Mobilidade no solo.

Não há informação disponível sobre a mobilidade no solo.

Não é permitido o vertido em águas ou cursos de água.

Evitar a penetração no solo.

12.5 Resultados de avaliação PBT e mPmB.

Não há informação disponível sobre a avaliação PBT e mPmB do produto.

12.6 Outros efeitos adversos.

Não há informação sobre outros efeitos adversos para o meio ambiente.

SECÇÃO 13: CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO.

13.1 Métodos de tratamento de resíduos.

Parque Empresarial do Saneiro, Rua 35, n.º 37, Caixa Postal 5106 – 2531-904 BARREIRO
 Telefone: 212 089 100 – FAX: 212 089 198

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) n.º 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Quimitecnica.com

Química e Indústria Química, S.A.

Página 99 de 10

Data de impressão: 03-02-2018

Não é permitida a vertida em sumidouros ou cursos de água. Os resíduos e recipientes vazios devem ser manipulados e eliminados de acordo com as legislações locais/nacionais vigentes.
Siga as disposições da Diretiva 2008/98/CE relativas à gestão de resíduos.

SECÇÃO 14: INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE.

Não é perigoso no transporte. Em caso de acidente e derrame do produto, actuar de acordo com o ponto 8.

14.1 Número ONU.

Não é perigoso no transporte.

14.2 Designação oficial de transporte de ONU.

Não é perigoso no transporte.

14.3 Classes de perigo para efeitos de transporte.

Não é perigoso no transporte.

14.4 Grupo de embalagem.

Não é perigoso no transporte.

14.5 Perigos para o ambiente.

Não é perigoso no transporte.

14.6 Preocupações especiais para o utilizador.

Não é perigoso no transporte.

14.7 Transporte a granel em conformidade com o anexo II da Convenção Marpol 73/78 e o Código IBC.

Não é perigoso no transporte.

SECÇÃO 15: INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO.

15.1 Regulamentação/legislação específica para o produto em matéria de saúde, segurança e ambiente.

O produto não é afectado pelo Regulamento (CE) n.º 1005/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Setembro de 2009, relativo às substâncias que empobrecem a camada do ozono.
Consulta o Anexo I da Directiva 96/61/CE do Conselho de 9 de Dezembro de 1996 relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas.

O produto está em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 843/2004 relativo aos detergentes.

Constituído de acordo com o Regulamento (CE) n.º 843/2004 relativo aos detergentes:

temperatura ambiente

< 5%

O produto não está afectado pela Directiva 2012/18/UE (SEVESO III).

O produto não está afectado pelo Regulamento (UE) No 528/2012 relativo à comercialização e ao uso dos biocidas.

O produto não está afectado pelo procedimento estabelecido na Regulamento (UE) No 649/2012, relativo à exportação e importação de produtos químicos perigosos.

15.2 Avaliação de segurança química.

Não foi realizada uma avaliação de segurança química do produto.

SECÇÃO 16: OUTRAS INFORMAÇÕES.

Toda a informação das fichas H que aporesem no epígrafe 3:

H302	Risco por ingestão.
H312	Risco em contacto com a pele.
H314	Provoca queimaduras na pele e lesões oculares graves.
H315	Provoca irritação cutânea.
H319	Provoca irritação ocular grave.
H332	Risco por inalação.

Códigos de classificação:

Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) nº 453/2010)

FS PF 84-01-SolCip

Versão: 0

Data de revisão: 03/02/2018



Revisão 2018 de
1.0

Acute Tox. 4 [Dermal] : Toxicidade aguda (Via cutânea), Categoria 4
Acute Tox. 4 [Inhalation] : Toxicidade aguda (Via inalação), Categoria 4
Acute Tox. 4 [Oral] : Toxicidade aguda (Via oral), Categoria 4
Eye Corr. 1 : Lesão ocular grave, Categoria 1
Eye Irrit. 2 : Irritação ocular, Categoria 2
Skin Corr. 1B : Corrosivo cutâneo, Categoria 1B
Skin Irrit. 2 : Irritação cutânea, Categoria 2

Aconselha-se que seja dada formação básica relativamente à segurança e higiene laboral para que seja efectuado um manuseamento correcto do produto.

Estabelecimento de acordo com a Directiva 1999/45/CE:

Símbolos:

Xn



Não se aplica

Frases R:

R36/38 Irritante para os olhos e pele.
R37/38 Irritante por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.

Frases S:

S26 Em caso de contacto com os olhos, lavar imediatamente e abundantemente com água e consultar um especialista.
S60 Este produto e o seu recipiente devem ser eliminados como resíduos perigosos.
S59/57 Usar vestuário de protecção e luvas adequadas.

..Manter fora do alcance das crianças.

Contém:

2-butanol, éter monobutílico do etileno

Abreviaturas e siglas utilizadas:

BCP: Factor de Bioconcentração.
CEH: Comité Europeu de Normalização.
DNEL: Derived Minimal Effect Level, nível de exposição que corresponde a um risco baixo, que deve ser considerado um risco mínimo tolerável.
DNEL: Derived No Effect Level, (nível sem efeito detectável) nível de exposição à substância por baixo do qual não são previstas efeitos adversos.
EC50: Concentração média eficaz.
EPI: Equipamento de protecção individual.
LC50: Concentração letal, 50%.
LD50: Dose Letal, 50%.
Log Pow: Logaritmo do coeficiente de partição octanol/água.
NOEC: Não se observou efeito de concentração.

Principais referências bibliográficas e fontes de dados:

<http://eur-lex.europa.eu/romcpopc.html>

<http://cdl.europa.eu/>

Regulamento (UE) No 453/2010.

Regulamento (CE) No 1907/2006.

Regulamento (UE) No 1271/2008.

A informação facilitada nesta ficha de Dados de Segurança foi redigida de acordo com o REGULAMENTO (UE) nº 453/2010 DA COMISSÃO de 10 de Maio de 2010 que altera o Regulamento (CE) nº 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), que cria a Agência Europeia das Substâncias Químicas, que altera a Directiva 1999/45/CE e revoga o Regulamento (CEE) nº 793/93 do Conselho e o Regulamento (CE) nº 1488/94 da Comissão, bem como a Directiva 78/769/CEE do Conselho e as Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE da Comissão.

A informação desta Ficha de Dados de Segurança da mistura está baseada nos conhecimentos actuais e nas leis vigentes da CE e nacional, quanto a que as condições de trabalho dos utilizadores estiverem fora do nosso conhecimento e controlo. O produto não deve ser utilizado para fins distintos daqueles que são especificados, sem ter primeiro uma instrução por escrito, de sua utilização. É sempre responsabilidade do utilizador tomar as medidas oportunas com a finalidade de cumprir com as condições estabelecidas nas legislações.